COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1885.

PRÉSIDENCE DE M. BOULEY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Méthodes nouvelles pour la détermination des coordonnées absolues des polaires, sans qu'il soit nécessaire de connaître les constantes instrumentales;* par M. Lœwy.

« Dans plusieurs Communications précédentes, j'ai exposé les méthodes permettant de déterminer les constantes instrumentales avec lesquelles on peut, dans le cours d'une soirée, conclure les coordonnées absolues des étoiles, ce qui était jusqu'alors impossible par les procédés usuels. La méthode ordinaire consiste à rechercher les éléments de la réduction à l'aide d'une ou deux polaires dont on suppose d'abord les deux coordonnées connues; on se procure ensuite la position exacte de ces quelques repères en les observant dans leurs passages supérieurs et inférieurs. L'accumulation pendant plusieurs années de couples d'observations assez nombreuses conduit finalement à des positions plus modernes que l'on choisit comme origine pour une nouvelle période, et ce procédé d'observations et de réductions, par approximations successives, se renouvelle indéfiniment.

On voit donc toute la complication de cette méthode et son imperfection.

» En effet, on ne peut d'abord recueillir que très peu d'observations à douze heures d'intervalle, puisqu'il faut un temps favorable le jour et la nuit et, en outre, les conditions d'observation de jour et de nuit, aussi bien que les éléments de la réduction varient et sont difficilement comparables.

» Dans plusieurs Communications précédentes, j'ai exposé les méthodes nouvelles qui permettent de déterminer directement, dans le courant d'une même soirée, les constantes instrumentales qui sont nécessaires à la détermination des coordonnées absolues des étoiles situées dans une région quelconque du ciel et sans s'appuyer sur les positions plus ou moins précises des repères si peu nombreux obtenus par la méthode ordinaire.

» Le but de la Communication suivante est de faire connaître toute une série de nouvelles méthodes pour obtenir avec une haute précision, dans le courant de chaque soirée, les coordonnées absolues des polaires jusqu'à 2° du pôle et la valeur absolue de la latitude, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux passages supérieurs et inférieurs et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir les constantes instrumentales. Comme on le verra, en faisant les deux observations conjuguées à quatre heures d'intervalle et en se plaçant dans les conditions géométriques indiquées par la théorie, on élimine en bloc l'effet des erreurs instrumentales, et l'on arrive ainsi à déterminer les coordonnées des polaires avec un haut degré de précision et indépendant des erreurs d'inclinaison, d'azimut, de collimation, ainsi que des erreurs de division et de flexion.

» Si nous désignons respectivement par t' et t'' l'heure de la première et de la seconde observation, par τ' et τ'' l'angle horaire, par P' et P'' la distance polaire instrumentale correspondante, par Δ' et Δ'' les distances au plan instrumental mesurées par la vis en ascension droite, par $90° + m$ l'angle horaire de l'axe instrumental, et par n sa déclinaison au-dessus de l'équateur, par λ la distance polaire vraie du pôle instrumental (en supposant qu'elle ne dépasse pas quelques minutes d'arc), par P la véritable distance polaire de l'astre, par r la constante de la réfraction, par $\mathcal{A}$ l'ascension droite de la polaire et par C_p la correction de pendule, on aura les expressions suivantes, en considérant le triangle formé par le pôle, la position occupée dans l'espace par l'astre au moment de l'observation, et le point où l'axe instrumental coupe la sphère céleste :

$$(a) \qquad \cos n \sin P \sin(\tau' - m) = \sin\Delta' + \sin n \cos P,$$

$$(a') \qquad \cos n \sin P \sin(\tau'' - m) = \sin\Delta'' + \sin n \cos P,$$

$$(b) \qquad \cos P = -\sin n \sin \Delta' + \cos n \cos \Delta' \cos(P' + \lambda),$$

$$(b') \qquad \cos P = -\sin n \sin \Delta'' + \cos n \cos \Delta'' \cos(P'' + \lambda),$$

$$(c) \qquad \cos(\tau' - m) \sin P = \sin(P' + \lambda) \cos \Delta',$$

$$(c') \qquad \cos(\tau'' - m) \sin P = \sin(P'' + \lambda) \cos \Delta'',$$

$$(d) \qquad \sin(\tau' - m) \sin P = \cos n \sin \Delta' + \sin n \cos(P' + \lambda),$$

$$(d') \qquad \sin(\tau'' - m) \sin P = \cos n \sin \Delta'' + \sin n \cos(P'' + \lambda).$$

On obtient, par la combinaison des équations c et c', a et a',

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} &\sin P \sin \frac{\tau'' - \tau'}{2} \sin\left(\frac{\tau'' + \tau'}{2} - m\right) \\ &\quad = \sin \frac{P' - P''}{2} \cos\left(\frac{P'' + P'}{2} + \lambda\right) \cos \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \cos \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \\ &\quad\quad - \sin \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \sin \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \sin\left(\frac{P'' + P'}{2} + \lambda\right) \cos \frac{P' - P''}{2}, \end{aligned} \right.$$

$$(2) \quad \sin P \sin \frac{\tau'' - \tau'}{2} \cos\left(\frac{\tau'' + \tau'}{2} - m\right) = \sin \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \cos \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \operatorname{séc} n,$$

et, en divisant, il résulte ensuite

$$(3) \quad \operatorname{tang}\left(\frac{\tau'' + \tau'}{2} - m\right) = \frac{\left[\begin{aligned} &\cos \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \cos \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \sin \frac{P' - P''}{2} \cos\left(\frac{P'' + P'}{2} + \lambda\right) \\ &- \sin \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \sin \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \sin\left(\frac{P'' + P'}{2} + \lambda\right) \cos \frac{P' - P''}{2} \end{aligned} \right]}{\sin \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \cos \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \operatorname{séc} n};$$

en éliminant $\sin P$ dans les équations c et c', on aura

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} &\operatorname{tang}\left(\frac{\tau' + \tau}{2} - m\right) \operatorname{tang} \frac{\tau'' - \tau'}{2} \\ &\quad = \frac{\operatorname{tang} \frac{P' - P''}{2} \cot\left(\frac{P' + P''}{2} + \lambda\right) + \operatorname{tang} \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \operatorname{tang} \frac{\Delta'' - \Delta'}{2}}{1 + \operatorname{tang} \frac{P' - P''}{2} \cot\left(\frac{P' + P''}{2} + \lambda\right) \operatorname{tang} \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \operatorname{tang} \frac{\Delta'' - \Delta'}{2}}. \end{aligned} \right.$$

Lorsqu'on retranche b de b', on arrive à déterminer n et λ par les expressions suivantes :

$$(5) \quad \left\{ \begin{aligned} \operatorname{tang} n = {} & \cot \frac{\Delta'' - \Delta'}{2} \sin \frac{P' - P''}{2} \sin\left(\frac{P'' + P'}{2} + \lambda\right) \\ & - \operatorname{tang} \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \cos \frac{P' - P''}{2} \cos\left(\frac{P'' + P'}{2} + \lambda\right), \end{aligned} \right.$$

$$(6)\quad \tan\lambda = \frac{-\operatorname{tang}\dfrac{P''+P'}{2} + \operatorname{tang}\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}\cot\dfrac{P'-P''}{2}}{1-\operatorname{tang}\dfrac{P''+P'}{2}\cot\dfrac{P'-P''}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta'-\Delta''}{2}} + \frac{\operatorname{tang} n\,\operatorname{séc}\lambda\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}\operatorname{séc}\dfrac{P''+P'}{2}\operatorname{séc}\dfrac{P'-P''}{2}}{\operatorname{tang}\dfrac{P''-P'}{2}-\operatorname{tang}\dfrac{P''+P'}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}}.$$

» Il est impossible d'entrer ici, faute d'espace, dans le détail du développement de ces formules et dans leur discussion. Je me réserve de traiter cette question dans un Mémoire qui sera publié ultérieurement. Je me contenterai de publier les résultats généraux importants qui s'en déduisent. Supposons que l'on fasse deux observations conjuguées, l'une deux heures avant, l'autre deux heures après le méridien, en pointant simultanément l'astre avec les deux fils mobiles et en notant l'heure; alors on peut considérer les valeurs $P''-P'$, $\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}$ et $\dfrac{\tau''+\tau'}{2}-m$ comme des quantités très faibles, et les formules précédentes peuvent être simplifiées d'une manière notable.

» Dans les équations (1) et (3), on peut remplacer par l'unité les quatre termes suivants : $\cos\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}$, $\cos\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}$, $\cos\left(\dfrac{P''+P'}{2}+\lambda\right)$ et $\cos\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{séc} n$; dans l'équation (4), Δ'' et Δ' étant de signe contraire, $\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}$ n'atteindra pas une minute d'arc; par suite, le produit $\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}$ n'aura pas une valeur sensible. On peut de même faire disparaître, dans le dénominateur, le terme $\operatorname{tang}\dfrac{P'-P''}{2}\cos\left(\dfrac{P'+P''}{2}+\lambda\right)\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''+\Delta'}{2}\operatorname{tang}\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}$; dans l'équation (5), on peut omettre λ et prendre $\cos\dfrac{P''+P'}{2}$ égal à l'unité.

» On obtient ainsi, en tenant compte de l'inclinaison $\mathfrak{J}$,

$$(e)\qquad \sin P\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}\sin\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)=\sin\frac{P'-P''}{2}\pm\mathfrak{J},$$

$$(f)\qquad \operatorname{tang}\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)=\frac{\sin\dfrac{P'-P''}{2}}{\sin\dfrac{\Delta''-\Delta'}{2}}\pm\mathfrak{J}.$$

$$(g)\qquad \operatorname{tang}\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)\operatorname{tang}\frac{\tau''-\tau'}{2}=\frac{\operatorname{tang}\dfrac{P'-P''}{2}}{\operatorname{tang}\dfrac{P'+P''}{2}}\pm\mathfrak{J},$$

s étant l'inclinaison du fil mobile horizontal considérée comme positive, lorsque, la lunette étant dirigée vers le sud, la partie ouest du fil est la plus élevée. Le signe $+$ se rapporte au passage supérieur, et le signe $-$ au passage inférieur. Mais on peut en outre substituer, dans ces équations, pour $\sin\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)$ et $\tang\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)$, la valeur angulaire $\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)\sin 1''$.

» En effet, il est permis d'introduire dans l'étude une faible inexactitude de calcul ε, pourvu qu'elle soit d'ordre inférieur par rapport à l'erreur d'observation ; ε sera donc négligeable, quand $\varepsilon\cos\delta \leqq 0'',05$, c'est-à-dire ne dépassera pas un demi-centième de seconde de temps.

» En partant, par exemple, de l'équation (e), $\frac{\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)^3}{6}\sin^2 1$ pourra être supprimé, si la condition $\frac{\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)^3}{6}\sin^2 1 \leqq \frac{0'',05}{\sin P}$ se trouve réalisée.

» En substituant pour $\left(\frac{\tau''+\tau'}{2}-m\right)$ sa valeur approchée $\frac{P'-P''}{2\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}\sin P}$ et considérant que $\sin\frac{\tau''-\tau'}{2}=\sin 30^\circ=\frac{1}{2}$, on aura

$$P'-P''\leqq\sqrt{\frac{0'',30\sin^2 P}{\sin^2 1}}.$$

» On reconnaît facilement que cette inégalité aura lieu *a fortiori* pour toutes les autres étoiles, si elle existe pour la polaire la plus voisine du pôle. En adoptant, par conséquent, pour distance polaire $300''$ et en calculant ainsi le radical, on aura

$$P'-P''\leqq 30''.$$

» En effectuant les observations conjuguées symétriquement par rapport au méridien, on obtiendra toujours facilement, dans la pratique,

$$P'-P''\leqq 30''.$$

» Les équations (f) et (g) conduisent aux mêmes conclusions.

» Remplaçant ensuite τ' et τ'' par leurs valeurs respectives

$$\mathcal{R}-(T'+C_p),\quad \mathcal{R}-(T''+C_p),$$

on arrive à la connaissance de l'ascension droite absolue de la polaire à

l'aide des trois formules suivantes :

(I) $$\mathcal{A} = \frac{t'+t''}{2} + C_p + m + \frac{P'-P''}{2\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}} \pm \delta,$$

(II) $$\mathcal{A} = \frac{t''+t'}{2} + C_p + m + \frac{P'-P''}{2\,\text{tang}\frac{P''+P'}{2}} \pm \delta,$$

(III) $$\mathcal{A} = \frac{t''+t'}{2} + C_p + m + \frac{P'-P''}{2\sin P\sin\left(\frac{t''-t'}{2}\right)} \pm \delta,$$

» En différentiant ces trois dernières équations et posant les cosinus des petits angles $= 1$, on aura

$$d\mathcal{A} = d\frac{t''+t'}{2} + \frac{d(P'-P'')}{2\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}} - \frac{P'-P''}{2\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}\,\frac{d(\Delta''-\Delta')\sin 1''}{2\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}}$$

$$d\mathcal{A} = d\frac{t''+t'}{2} + \frac{d(P'-P'')}{2\,\text{tang}\frac{P'+P''}{2}} - \frac{(P'-P'')}{2\,\text{tang}\frac{P'+P''}{2}}\,\frac{d(P'+P'')\sin 1''}{2\,\text{tang}\frac{P'+P''}{2}}$$

$$d\mathcal{A} = d\frac{t''+t'}{2} + \frac{d(P'-P'')}{2\sin P\sin\frac{t''-t'}{2}} - \frac{P'-P''}{2\sin\frac{t''-t'}{2}\sin P}\,\frac{dP\sin 1''}{\sin P}$$
$$- \frac{P'-P''}{2\sin\frac{t''-t'}{2}\sin P}\,\frac{d(t''-t')\sin 1''}{2\sin\frac{t''-t'}{2}}.$$

» L'analyse de ces équations différentielles montre que la précision de $\mathcal{A}$ dépend de l'exactitude avec laquelle on détermine la différence $P'-P''$. Une erreur ε de cette différence, réduite à la région polaire, est égale à $\frac{\varepsilon}{\sin P}$. En observant deux heures avant et deux après le méridien, on trouvera facilement que $2\sin\frac{\Delta''-\Delta'}{2}$, $2\,\text{tang}\frac{P'+P''}{2}$, et dans le troisième cas $2\sin P\sin\frac{t''-t'}{2}$, ne diffèrent pas sensiblement de $\sin P$ et que par conséquent ε n'aura sur $\mathcal{A}$ qu'une faible influence. En effet, comme la différence $P'-P''$ ne dépassera jamais la valeur d'une minute d'arc, on est, dans la mesure de cette quantité, indépendant des erreurs de division, de réfraction et du tour de vis. Cette recherche est donc basée surtout sur des mesures différentielles, c'est-à-dire sur des opérations qui seules permettent d'obtenir en Astronomie le plus haut degré de précision qu'il soit possible d'atteindre. Quant aux quantités qui entrent dans le dénominateur, il suffit de connaître

leurs valeurs d'une manière approchée et elles ne peuvent exercer aucune influence sur l'exactitude du résultat.

» En supposant l'observation faite symétriquement par rapport au premier cercle horaire, la formule (1) conduit au même résultat. On a

$$\text{(IV)} \qquad \mathcal{A} = 6^{h} + \frac{t'' + t'}{2} + C_p + m - \frac{\Delta'' - \Delta'}{2 \sin P \sin\left(\frac{t'' - t'}{2}\right)}.$$

» La précision du résultat dépend principalement ici de l'exactitude avec laquelle on évalue la faible quantité $\Delta'' - \Delta'$ qui n'a que quelques secondes d'arc. On dispose donc de quatre procédés différents qui permettent de déduire avec une grande précision les ascensions droites absolues des polaires directement, sans qu'on ait besoin de connaître les constantes fondamentales de la réduction, m, n et c, qui interviennent dans les formules précédentes. En outre, on peut appliquer la méthode générale que nous avons exposée antérieurement et rechercher la valeur absolue de n au moyen d'une circompolaire auxiliaire,

$$n = \frac{P' - P''}{\Delta'' - \Delta'} \frac{P' + P''}{2} - \frac{\Delta'' + \Delta'}{2} \pm \delta \sin \frac{P' + P''}{2}.$$

Ayant ainsi obtenu cet élément fondamental de réduction, on peut, en observant la polaire ou un astre quelconque au méridien, conclure facilement l'ascension droite absolue.

» Dans ces quatre équations (I), (II), (III) et (IV), on substituera à $C_p + m$ la correction brute de la pendule, déduite d'une étoile équatoriale. Toutefois, si la collimation c est considérable, il vaut mieux corriger préalablement la correction de pendule $C_p + m$ de la collimation : on aura ainsi $C_p + m = \mathcal{A}' - t' - c$, en désignant par $\mathcal{A}'$ l'ascension droite de l'étoile équatoriale et par t' l'heure de son passage au méridien.

» Nous donnerons ultérieurement les méthodes relatives à la détermination des déclinaisons absolues. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps pesant de révolution, fixé par un point de son axe;* par M. G. DARBOUX.

« 1. Dans le tome II de la nouvelle édition des *OEuvres de Jacobi* ont paru, pour la première fois, des fragments, présentant le plus haut intérêt, d'un Mémoire que l'illustre géomètre avait préparé sur le mouvement d'un

corps pesant de révolution, suspendu par un point de son axe. On a souvent attribué la solution de ce problème à Poisson, qui l'a traité, en effet, en le considérant comme entièrement nouveau, dans un Mémoire inséré, en 1813, au XVIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique;* mais, en réalité, l'étude de cette belle question avait déjà été faite par Lagrange; elle est développée dans la première édition de la *Mécanique analytique*, qui a paru en 1788.

» Dans le travail dont nous devons la publication à M. Weierstrass, Jacobi énonce et démontre, on peut le dire, un remarquable théorème, d'après lequel le mouvement de rotation du corps pesant peut se ramener à une combinaison des mouvements de rotation de deux solides différents, sur lesquels n'agirait aucune force accélératrice. Tout récemment, M. Halphen, dans une Note insérée au tome C des *Comptes rendus,* a donné au théorème de Jacobi une forme nouvelle, et énoncé sans démonstration les résultats de ses études très complètes sur ce sujet. Je me propose de montrer, dans cette Communication, comment le théorème de Jacobi se rattache aux propositions que j'ai fait connaître dans la dernière séance, relativement aux deux mouvements différents qui correspondent à une même polhodie.

» 2. Dans la Communication précédente, j'ai défini un certain mouvement, qui est produit par le roulement du cône (B), ayant pour base une herpolhodie (H′), sur un cône fixe (A), ayant pour base une autre herpolhodie (H). Considérons les deux mouvements de Poinsot (E), (E_1) correspondants à une même polhodie (P). Le premier se représente par le roulement du cône (C), ayant pour base la polhodie (P), sur le cône (A), avec une vitesse de rotation constamment égale au rayon vecteur. Le mouvement (E'_1), inverse de (E_1), se représente par le roulement du cône (B) sur le cône (C); et, dans les deux mouvements, la génératrice de contact avec le cône (C) est la même au même instant. Si l'on définit la rotation par ses composantes, relatives aux axes principaux du cône (C), dans les deux mouvements ces composantes sont

$$p,\ q,\ r;$$

par suite, dans le mouvement de (B) par rapport à (A), les composantes de la rotation totale, relatives aux mêmes axes, seront

$$2p,\ 2q,\ 2r.$$

» On a, comme on l'a vu,

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{p^2}{a} + \frac{q^2}{b} + \frac{r^2}{c} = h, \quad \frac{p^2}{a'} + \frac{q^2}{b'} + \frac{r^2}{c'} = h', \\ &\frac{p^2}{a^2} + \frac{q^2}{b^2} + \frac{r^2}{c^2} = 1, \quad \frac{p^2}{a'^2} + \frac{q^2}{b'^2} + \frac{r^2}{c'^2} = 1, \end{aligned} \right.$$

a', b', c', h' ayant les valeurs définies précédemment. De plus, les cosinus directeurs de la perpendiculaire au plan de l'herpolhodie (H) sont, par rapport aux mêmes axes,

$$\frac{p}{a}, \quad \frac{q}{b}, \quad \frac{r}{c},$$

et ceux de la perpendiculaire au plan de l'herpolhodie (H') sont

$$\frac{-p}{a'}, \quad \frac{-q}{b'}, \quad \frac{-r}{c'}.$$

» Ces points étant rappelés, nous supposerons que le système mobile (B) entraîne un corps solide dans son mouvement, et nous allons chercher quelles sont les forces qui seraient capables de produire ce mouvement.

» 3. La supposition la plus naturelle et, en même temps, la plus simple consiste à admettre que le corps solide entraîné est une sphère ayant pour centre le point fixe, ou du moins, ce qui revient au même, que l'ellipsoïde de ce corps, qui peut être hétérogène et d'une forme quelconque, est une sphère pour le point fixe O.

» Soit A la valeur du moment d'inertie pour un rayon quelconque de cette sphère. Les composantes de la rotation étant $2p$, $2q$, $2r$, les projections, sur les mêmes axes coordonnés, de l'axe du couple des quantités de mouvement seront

$$2Ap, \quad 2Aq, \quad 2Ar.$$

» Pour plus de clarté, nous appellerons *axe du corps* la perpendiculaire au plan de l'herpolhodie (H'); et nous supposerons que la perpendiculaire au plan de (H) coïncide avec la verticale.

» Ces définitions étant admises, les équations (1) nous montrent immédiatement que la composante de la rotation, relative à l'axe du corps, qui s'obtient en multipliant $2p$, $2q$, $2r$ respectivement par les cosinus $\frac{-p}{a'}$, $\frac{-q}{b'}$, $\frac{-r}{c'}$ et faisant la somme des produits obtenus, est constante et égale à $-2h'$; elles nous montrent également que la projection de l'axe du couple

des quantités de mouvement sur la verticale est aussi constante et égale à $2Ah$. Ces deux propriétés appartiendraient évidemment au mouvement si le corps mobile avait son centre de gravité sur l'axe et était soumis à la seule action de son poids. Mais elles ne suffisent pas à définir complètement les forces qui agissent sur le corps.

» Considérons la force vive du corps

$$4A(p^2+q^2+r^2);$$

si l'on introduit l'angle θ que fait la verticale avec l'axe du corps, cet angle sera défini par la relation

$$\cos\theta = u = -\frac{p^2}{aa'} - \frac{q^2}{bb'} - \frac{r^2}{cc'},$$

et il est évident que, si l'on tient compte des deux premières équations (1), la force vive totale peut s'exprimer par une fonction linéaire de $\cos\theta$; on peut déterminer deux constantes D et H′, telles que l'on ait

$$4(p^2+q^2+r^2) = 2Du + 2H'.$$

» Or on trouvera évidemment une équation de cette forme si l'on ajoute aux suppositions déjà faites que le corps ait son centre de gravité sur l'axe, à une distance d donnée en grandeur et en signe par la formule

$$AD = Pd,$$

P étant le poids du corps et la verticale étant supposée dirigée vers le bas.

» La détermination des forces est maintenant complète; et, puisque nous avons obtenu les trois intégrales premières qui définissent le mouvement d'un corps pesant, nous pouvons énoncer la proposition suivante :

» *Le mouvement de* (B) *par rapport à* (A) *est un de ceux que prendrait naturellement un corps pesant, qui admettrait une sphère pour ellipsoïde d'inertie d'un de ses points et qui serait suspendu par ce point.*

» 4. Les formules précédentes contiennent quatre constantes indépendantes, a, b, c, h. Le corps, au point de vue mécanique, est défini par la seule constante D. Si donc on fait varier a, b, c, h de telle manière que D, qui est évidemment une fonction de ces quantités, conserve une même valeur, on obtiendra une série de mouvements du même corps, qui dépendront de trois constantes arbitraires. Il semble donc qu'au moyen de la représentation précédente on pourra obtenir tous les mouvements que peut

prendre le corps, soumis à la seule action de son poids, quand les circonstances initiales varient.

» Pour établir ce résultat en toute rigueur, donnons-nous *a priori* la composante 2B de la rotation relative à l'axe du corps, la projection 2AL de l'axe du couple des quantités de mouvement sur la verticale, enfin les deux constantes D, H' qui figurent dans l'équation des forces vives écrite sous la forme

$$\Sigma m v^2 = 2A(Du + H').$$

Ces constantes définissent complètement le mouvement du corps; il suffira de montrer que l'on peut exprimer a, b, c, h en fonction de B, L, D, H'.

» Les propositions établies plus haut nous donnent déjà

$$h = L, \quad h' = -B. \tag{2}$$

» Il faut en outre exprimer que l'on a

$$p^2 + q^2 + r^2 = \frac{Du}{2} + \frac{H'}{2} = -\frac{D}{2}\left(\frac{p^2}{aa'} + \frac{q^2}{bb'} + \frac{r^2}{cc'}\right) + \frac{H'}{2},$$

et pour cela il faut écrire que cette équation est une combinaison linéaire des deux premières équations (1). On obtient ainsi le système

$$(3)\quad \begin{cases} 1 + \dfrac{D}{2aa'} = \dfrac{H'}{2a^2} + \dfrac{\lambda}{2}\,\dfrac{h-a}{a^2}, \\ 1 + \dfrac{D}{2bb'} = \dfrac{H'}{2b^2} + \dfrac{\lambda}{2}\,\dfrac{h-b}{b^2}, \\ 1 + \dfrac{D}{2cc'} = \dfrac{H'}{2c^2} + \dfrac{\lambda}{2}\,\dfrac{h-c}{c^2}. \end{cases}$$

En remplaçant dans la première de ces équations a' par sa valeur donnée dans la Communication précédente, on obtient la formule

$$2 + \frac{D}{\Omega}\left(\frac{Q}{a^2} - \frac{2R}{a^3}\right) = \frac{H'}{a^2} + \frac{\lambda(h-a)}{a^2},$$

et les autres équations (3) nous conduiraient à la même relation dans laquelle a serait remplacée par b et par c. Il suffira donc d'exprimer que l'équation en x

$$2 + \frac{D}{\Omega}\left(\frac{Q}{x^2} - \frac{2R}{x^3}\right) = \frac{H'}{x^2} + \frac{\lambda(h-x)}{x^2}$$

admet les racines a, b, c. On est ainsi conduit au système

$$(4)\quad \begin{cases} \Omega = D, \qquad \lambda = -2P, \\ H' = 2Ph - Q, \end{cases}$$

et tout se réduit à montrer que les équations (2) et (4) déterminent des valeurs réelles pour a, b, c.

» En remplaçant dans la seconde équation (2) h' par sa valeur déduite de la Communication précédente et dans la première équation (4), Ω par son expression, également donnée dans cette Communication, on obtient les trois équations

$$(5) \qquad \begin{cases} Q^2 - 4R(P-L) = D^2, \\ 2PL - Q = H', \\ QL - 2R = -BD, \end{cases}$$

qui déterminent P, Q, R. On en déduit par un calcul facile un système unique de valeurs pour P, Q, R et il ne reste plus qu'à substituer ces valeurs dans l'équation

$$(6) \qquad x^3 - Px^2 + Qx - R = 0;$$

a, b, c seront les racines de cette équation.

» 5. Il est préférable, pour déterminer a, b, c et pour reconnaître la réalité des racines de l'équation précédente, de raisonner de la manière suivante :

» L'équation à laquelle satisfait la variable u, c'est-à-dire le cosinus de l'angle de la verticale avec l'axe du corps, est bien connue. Avec les notations que nous avons adoptées, elle prend la forme

$$(7) \qquad \frac{du^2}{dt^2} = F(u) = 2(1-u^2)(Du + H') - 4B^2 - 4L^2 + 8BLu.$$

» On peut évidemment la former d'une autre manière, en partant de l'expression que nous avons donnée plus haut pour u. Si l'on différentie, en effet, cette expression, et si l'on remplace a', ..., $\frac{dp}{dt}$, ... par leurs valeurs, on trouvera

$$(8) \qquad \Omega \frac{du}{dt} = 4\frac{(a-b)(b-c)(c-a)}{abc} pqr.$$

» D'autre part, on peut évidemment exprimer p^2, q^2, r^2 en fonction de u, en faisant usage des deux premières équations (1) et de l'expression même de u en fonction de p, q, r. On trouve ainsi

$$\frac{p^2}{a^2} = \frac{2ah - \alpha + \Omega u}{2(a-b)(a-c)}, \quad \frac{q^2}{b} = \frac{2bh - \beta + \Omega u}{2(b-a)(b-c)}, \quad \frac{r^2}{c^2} = \frac{2ch - \gamma + \Omega u}{2(c-a)(c-b)},$$

et, si l'on porte ces valeurs dans l'équation précédente, il viendra

$$(9)\qquad \frac{\Omega^2}{2}\frac{du^2}{dt^2} = (\alpha - 2ah - \Omega u)(\beta - 2bh - \Omega u)(\gamma - 2ch - \Omega u).$$

» Cette équation devra donner pour $\frac{du}{dt}$ la même valeur que l'équation (7). Au lieu de faire cette vérification qui ne présente aucune difficulté, nous conclurons que les racines de l'équation complètement connue

$$(10)\qquad F(u) = 0$$

sont exprimées en fonction des axes par les formules

$$\frac{\alpha - 2ah}{D},\quad \frac{\beta - 2bh}{D},\quad \frac{\gamma - 2ch}{D}.$$

» Or on a

$$\alpha - 2ah = 2h^2 - 2Ph + Q - 2\frac{(h-a)(h-b)(h-c)}{h-a};$$

de plus, les formules (2) et (5) nous donnent immédiatement

$$h = L,\quad 2h^2 - 2Ph + Q = 2L^2 - H',$$
$$2(h-a)(h-b)(h-c) = 2(L^3 - PL^2 + QL - R) = 2L^3 - BD - H'L.$$

» Par conséquent, si u_0 désigne celle des racines de l'équation (10) qui a pour valeur $\frac{\alpha - 2ah}{D}$, on aura

$$Du_0 = 2L^2 - H' - \frac{2L^3 - BD - LH'}{L - a}.$$

» Les autres racines u_1, u_2 s'exprimeraient de même en fonction de b et de c. Ce resultat peut être énoncé comme il suit :

» *Pour obtenir l'équation qui donne a, b, c, on effectuera dans l'équation* (10) *la substitution linéaire définie par la formule*

$$(11)\qquad Du + H' = 2L^2 - \frac{2L^3 - BD - LH'}{L - a}.$$

» *L'équation ainsi obtenue sera celle qui détermine ces trois quantités.*

» Toutes les fois que le mouvement est réel, l'équation (10) a ses racines réelles; il en sera par conséquent de même de l'équation aux carrés des axes principaux a, b, c. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Propriétés nouvelles du paramètre différentiel du second ordre des fonctions d'un nombre quelconque de variables indépendantes;* par M. **Haton de la Goupillière.**

« Je demande à l'Académie la permission de l'entretenir quelques instants de recherches assez étendues que j'ai faites sur l'expression si importante désignée par Lamé sous le nom de *paramètre différentiel du second ordre* des fonctions de trois variables indépendantes, ou encore d'*augment*, expression que j'ai adoptée, d'après lui, comme plus courte. On a eu à considérer, dans la théorie de l'élasticité, l'*augment de l'augment*, et M. E. Mathieu en a fait une intéressante étude; mais là s'est arrêtée cette superposition d'opérations de ce genre. Je généralise cette considération en envisageant n fois de suite l'augment de l'augment, opération que je désigne sous le nom d'*augment du* $n^{ième}$ *ordre*.

» Le point de départ de ces recherches est le suivant. On conçoit que le calcul des augments présentera une simplification essentielle, s'il arrive que les fonctions quelconques considérées ne dépendent des variables que par l'intermédiaire d'un certain nombre de fonctions spéciales, que j'appelle *typiques*, et qui soient telles que, de quelque manière que la proposée soit formée à l'aide de ces éléments typiques, ses augments de tous les ordres présentent le même caractère, et renferment de leur côté les variables, non pas d'une manière quelconque et incohérente, mais uniquement sous les mêmes symboles typiques.

» De là deux ordres de questions : d'une part, détermination, sous leur forme la plus étendue, des fonctions typiques capables de cette propriété, et, en second lieu, mode de calcul des augments dans ce cas particulier. Ces conditions, que j'appelle *particulières*, parce qu'en effet elles réalisent un cas spécial, n'en présentent pas moins une très grande généralité; car je fais voir qu'elles renferment elles-mêmes, comme un cas infiniment particulier, le potentiel relatif à une loi d'attraction quelconque.

» J'effectue la détermination des fonctions typiques, et j'arrive à montrer que les seules expressions capables de jouer ce rôle sont celles qui, égalées individuellement à des constantes, représentent des systèmes de sphères quelconques; ou de cylindres de révolution ayant leurs axes parallèles; ou, enfin, un système formé d'un seul cylindre de révolution et de sphères ayant leurs centres disposés en divers points de son axe. Ce dernier cas est du reste trop spécial pour présenter beaucoup d'intérêt, et je l'ai laissé de côté

afin de ne pas trop m'étendre. Quant au second, il se réduit à la considération de deux variables, si l'on prend la direction unique pour axe des z. Il ne reste donc à envisager que deux questions similaires : l'une, de Géométrie plane, avec un système de cercles; l'autre de Géométrie à trois dimensions, avec un système de sphères.

» Je les rattache l'une et l'autre à une généralisation dans laquelle je suppose quelconque le nombre des variables. On obtient alors certaines différences suivant la parité de ce nombre, et ces différences s'observent par suite entre les deux cas de la Géométrie plane et de celle de l'espace.

» Je n'abuserai pas des moments de l'Académie en décrivant les diverses formules générales auxquelles je me suis trouvé ainsi conduit pour le calcul des augments. Elles me permettent notamment de résoudre fort simplement des questions qu'il ne serait peut-être pas aisé d'aborder directement. Par exemple, ce problème :

» *Trouver un potentiel dont le $n^{\text{ième}}$ augment soit constant, ou, en particulier, nul.* On obtient notamment, en supposant en particulier $n = 2$, deux potentiels distincts dont l'un seulement avait été signalé accidentellement par Lamé, qui attachait une certaine importance à cette remarque, comme permettant d'intégrer en termes finis l'équation qui régit les mouvements vibratoires. Je citerai de même cet autre problème : *Trouver un potentiel qui soit reproduit par son $n^{\text{ième}}$ augment.*

» Je termine cette étude en généralisant encore une fois les résultats précédents, de manière à les étendre à une autre opération de calcul que M. de Saint-Venant a appelée la *généralisation ellipsoïdale* du paramètre différentiel du second ordre, en y introduisant des coefficients arbitraires pour traiter les questions relatives aux corps non isotropes. J'étends d'ailleurs aussi le type de cette opération à un nombre quelconque de variables avec un égal nombre de coefficients fixes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à la Note de M.* Mascart *sur les grands mouvements de l'atmosphère;* par M. Faye.

« La Note très concise de notre savant Confrère M. Mascart porte sur les points suivants :

» 1° La distinction des cyclones où l'air monterait, dit-on, en tournoyant du sol vers les nuages, là où se manifeste une dépression barométrique, et des anticyclones où, par suite d'un excès de pression, l'air descendrait au contraire jusqu'au sol.

» 2° L'aspiration serait démontrée dans le premier cas par tous les effets observés dans les trombes ou les cyclones. Jamais on n'aurait constaté d'affaissement de la surface des eaux à la pointe d'une trombe.

» 3° Si les trombes paraissent descendre, c'est que le refroidissement de l'air ascendant se propage de haut en bas.

» 4° Enfin la cause des mouvements gyratoires ne doit pas être cherchée dans les couches supérieures de l'atmosphère (1).

» C'est là, en effet, l'ensemble des affirmations des météorologistes. Il y manque un trait caractéristique et capital, c'est que les tempêtes, les cyclones, les tornados sont tous, sans exception, animés d'un mouvement de translation rapide : ils marchent, en tournant, très souvent avec la vitesse d'un train express. Si l'attention de M. Mascart se portait sur ce caractère constant et universel des mouvements gyratoires, il lui serait bien difficile de le concilier avec les opinions des météorologistes, car comment admettre qu'une raréfaction locale se mette à marcher avec une vitesse de dix, quinze ou vingt lieues par heure dans un air immobile, et parcoure d'énormes espaces pendant des heures, des jours ou même des semaines entières, sans jamais se combler. Convenez que cette raréfaction locale serait douée de propriétés bien étonnantes.

» Les météorologistes ont tenté d'expliquer ce phénomène grandiose en disant que la précipitation de la vapeur d'eau, dans la moitié antérieure du cyclone, sous forme de pluie, renouvelle sans cesse le vide à l'avant, malgré l'air ascendant qui tend à le combler, en sorte que le cyclone est forcé de marcher de ce côté. Mais je ne croirai jamais que M. Mascart accepte une explication pareille.

» Passons au second point. Il s'agit plus spécialement des tornados et des trombes, qu'on attribue aussi à une raréfaction locale de l'air. L'air afflue, dit-on, de tous côtés, mais seulement dans le sens horizontal, pour la combler. Vous croyez peut-être qu'il y parviendra, et que les deux ou trois centimètres d'une dépression barométrique très limitée ne tarderont pas à disparaître. Pas du tout. L'air appelé vers le centre de la dépression ne saurait s'y accumuler sans limite. Dès lors il s'établira en ce point un courant ascendant qui entretiendra énergiquement l'aspiration !

---

(1) M. Mascart dit (*Comptes rendus* de la semaine dernière) que, d'après mes idées, le centre de ces phénomènes serait le lieu d'un courant descendant. Ces termes ne reproduisent pas exactement ma pensée. J'ai toujours parlé de gyrations descendantes, comme celles qui se forment dans les cours d'eau, et jamais de *courants descendants*.

» M. Mascart pense que cette aspiration est démontrée par tous les effets des cyclones, les toits enlevés (1), les habitants même emportés à une grande hauteur (2), la mer soulevée (3). Il ne croit pas qu'on ait jamais constaté un affaissement de la surface des eaux à la base d'une trombe.

» J'ai passé en revue bien des cyclones et des tornados sans y trouver jamais la moindre trace de cette aspiration si souvent affirmée par des témoins peu compétents. Mais, pour ne pas répéter ici ce que j'ai déjà dit devant l'Académie, et aussi pour ne pas laisser croire que je sois seul de mon avis, je laisserai la parole à un savant italien, M. Luvini, qui a publié, sur les mouvements gyratoires, les orages et la grêle, des écrits dignes de toute notre attention.

» M. le professeur Luvini, au lieu de se contenter des relations d'hommes mal préparés à apprécier les phénomènes, a compulsé les témoignages d'observateurs *compétents*, qui ont l'avantage, sur presque tous les météorologistes vivants, d'avoir vu de leurs yeux, et sans parti pris, des trombes ou des tornados. Ces observateurs compétents sont Spallanzani, de la Nux, Colden, Perkins, etc. Je me borne à citer (4). Colden écrivait à son ami Franklin :

---

(1) Un toit, frappé par un coup de vent horizontal qui s'engouffre dans une maison, peut être soulevé, puis entraîné obliquement à une certaine hauteur comme un cerf-volant, sans qu'il y ait là le moindre indice d'une aspiration.

(2) Dans les tornados des États-Unis on cite beaucoup de cas de personnes renversées, roulées sur le sol, ou même projetées violemment contre des murs ou des palissades et tuées sur le coup. Mais en fait d'habitants *enlevés à une grande hauteur*, je ne connais que la particularité suivante du tornado de Delphos (Kansas, 30 mai 1879). Un individu qui s'était réfugié dans une meule de foin fut enlevé par le vent du tornado; mais il ne s'éleva pas tellement haut qu'en passant en l'air, à côté d'un cheval (non renversé), il n'ait pu essayer de s'accrocher à sa crinière. Malheureusement l'impulsion était trop forte : on le retrouva plus loin, tenant encore son chapeau d'une main et une poignée de crins de l'autre.

(3) Dans les inondations produites si souvent sur les côtes par les cyclones, la dénivellation de la mer peut bien aller à deux, trois ou même quatre mètres; mais c'est là un effet de raz de marée qui se fait sentir autour du cyclone et non un effet d'aspiration. C'est, en très grand, l'analogue du buisson d'eau ou d'écume et de vagues circulaires que les trombes produisent autour de leur pied, en fouettant circulairement l'eau de la mer avec l'énergie.

(4) Les lignes suivantes, en petits caractères, sont extraites du Livre de M. Luvini, intitulé *Sept études* (en double original, français et italien). Turin, 1884, et chez M. Gauthier-Villars, p. 110-114.

« Vous avez embrassé l'opinion commune sur les trombes; mais ma propre observation oculaire me persuade que c'est une fausse idée. Dans un voyage aux Indes occidentales, j'eus occasion d'observer plusieurs trombes. Il en passa une à moins de 30 ou 40 verges du vaisseau où j'étais. Je la considérai avec toute l'attention possible, et, quoiqu'il y ait de cela quarante ans, elle fit sur moi une impression si forte que je me la rappelle encore bien distinctement. Celle qui passa si près de nous avait la figure d'un cône renversé, c'est-à-dire sa pointe tournée vers la mer, à 8 pieds environ de sa surface. La base était (en haut) dans un nuage noir. Nous avions un calme absolu. La trombe passa lentement à côté du vaisseau; j'eus la facilité d'observer clairement qu'il sortait de la trombe un courant violent qui faisait une trouée de 6 pieds de diamètre sur la surface de l'eau et soulevait l'eau autour de cet enfoncement de manière à former un bourrelet circulaire et inégal, comme pourrait le faire le vent très fort d'un soufflet de forge dont la tuyère aurait été dirigée perpendiculairement à la surface de l'eau, et nous entendions fort bien le bruissement qu'un pareil soufflet produisait sur l'eau. Je suis très sûr qu'il n'y avait rien que l'on pût rapporter à une succion de l'air dans la trombe, à moins que l'on ne voulût se faire illusion en prenant le rejaillissement de l'eau, qui s'élevait en bourrelet, pour de l'eau montant dans la trombe. Je distinguais aisément un espace vide d'environ 8 pieds entre le creux de la mer et l'extrémité de la trombe où rien n'interrompait la vue, comme cela n'aurait pas manqué d'arriver s'il s'y était élevé de l'eau de la mer [1].

» Voyons maintenant ce que dit le Dr Perkins dans ses Lettres à B. Franklin :

» Ce qui m'a donné occasion de penser que toutes les trombes descendent, c'est que j'ai trouvé la chose bien constatée par rapport à quelques-unes, c'est qu'il m'a paru difficile de concevoir qu'un corps aussi pesant que l'eau pût être élevé (jusqu'aux nues) par aucune force à nous connue, et c'est principalement l'inspection des dessins de trombes que M. Stuart nous a donnés dans les *Transactions philosophiques*... Cette circonstance de la courbure du sommet du buisson en dehors ne paraît pas s'accorder avec un tourbillon *ascendant*, mais elle s'accorde à merveille avec un tourbillon *descendant;* car un tourbillon ascendant balayerait l'intérieur du buisson, si toutefois, dans ce cas, il y avait quelque apparence de buisson. Quant au pilier d'eau, comme on l'appelle à cause de sa forme, je suppose que ce n'est que le bout de la trombe plongé dans le buisson... La partie engagée dans le buisson est cylindrique aussi bien que celle d'au-dessus, c'est-à-dire que son épaisseur est la même depuis le haut du buisson jusqu'à la surface de l'eau. Dans le cas d'un tourbillon *ascendant*, au lieu de cette figure, ce devrait être celle d'une pyramide.

» Si, aux écrits de Perkins et de Cadwalader Colden que j'ai cités, nous ajoutons les

---

(1) Ainsi Colden a vu la dépression produite à la surface de la mer et le bourrelet qui bordait cette dépression. Ce bourrelet est justement le buisson dont a parlé M. Mascart. Colden se trompe en l'attribuant à un souffle vertical de haut en bas : il était produit par le mouvement de rotation descendant de la trombe battant l'eau tout autour d'elle, comme ferait une écope tournant horizontalement. Mais il s'agit là d'une interprétation, et non d'une question de fait. Le fait, constaté par les yeux, c'est que la mer était violemment creusée par la trombe, et que l'eau formait autour du pied de la trombe un bourrelet ou buisson écumeux. (H. F.)

belles déductions de Buffon ([1]) et les observations de Spallanzani, dont parle M. Faye dans les *Comptes rendus* de 1879, nous pouvons conclure que, au XVIIe siècle, ce préjugé a été combattu par des savants illustres avec de solides raisons et d'excellentes observations. Spallanzani a vu directement et déclaré, dans plusieurs endroits de son Mémoire, le mouvement tourbillonnaire dans les trombes qu'il a observées, soit dans le nuage et à la base (supérieure) de la trombe, soit dans les autres parties de cette dernière; et, dans les conclusions, lesquelles ne se trouvent pas dans les *Comptes rendus*, il dit explicitement que le mouvement tourbillonnaire, qui doit avoir son origine dans le choc des vents contraires, part d'en haut, perce et traverse le nuage et descend en bas, quelquefois jusqu'à la mer, et quelquefois moins profondément. C'est donc au mouvement tourbillonnaire descendant qu'il attribuait l'abaissement des eaux et la formation du buisson, et non pas à un simple souffle de haut en bas ([2]). Certes il n'a pas fait connaître la vraie origine des tourbillons qu'il a observés.

» Tout cela ne diminue en rien la gloire de M. Faye qui, dans la discussion d'un nombre immense d'observations, a su démêler les faits vrais de ceux qui étaient dus à des illusions d'optique ou à des préjugés, et surtout en déduire, d'après un mûr examen, la seule théorie qui soit d'accord avec les faits exactement observés et à la hauteur de la science actuelle. Les théories de ceux qui l'ont précédé dans le chemin sont loin d'avoir la précision et l'exac-

---

([1]) Buffon n'a pas vu de trombes, mais il savait choisir ses correspondants. Le témoin oculaire dont il s'est servi en cette circonstance était M. de la Nux, astronome bien connu de l'île Bourbon. (H. F.)

([2]) J'ai rapporté l'observation de Spallanzani dans les *Comptes rendus* du 4 août 1879, mais on aimera peut-être la lire ici, dans le texte original :

« Nel tempo ch' io era giulivo observatore di quel non più ammirato fenomeno, ecco che della stessa gonfiezza di nuvola, che allora era nerissima, e che non desisteva di lampeggiare e tonare, si spiccano due altre trombe, l'una più voluminosa, e l'altra meno della prima, le quali scendendo, quasi con pari velocità, giunsero al mare. Il tempo della discesa fu poco più di tre minuti. Oltre il solito incurvamento, vidi alla loro sommità o base un movimento vertiginoso, et vidi altresi, per la maggior vicinanza, con più precizione e chiarezza, i due monticelli di acqua sottostanti ai due apici delle trombe, giacchè qui pur si formarono, tosto che quelle toccarono il mare. Comechè adunque da prima preso avessi per solido quel monticello d'acqua, non ne aveva però che l'ingannatrice apparenza. Questo era un velo di acqua, che di alcuni piedi si sollevava dal livello del mare, e che da me impuntato con buon cannocchiale, appariva schiumoso; il qual velo essendo in più parti lacero, lasciava non oscuramente vedere un incavo dentro di sè non occupava il mezzo, e che per più di due piedi internavasi nel mare. Pensai io adunque, non senza fondamento, que questa fosse una potenza che dal alto al basso agendo sul mare, creava quella cavità, obligando poi l'acqua a lateralmente salire..... Con la più decisa chiarezza si sentiva il rumore dell' aria, che piombando dall' alto della tromba percuoteva potentemente il mare, e quindi lo obligava ad incavarsi, sorgendo poscia attorno al incavo uno schiumoso velo d'acqua alto più piedi : e la superficie della cavità ribolliva, spumegiava, et venia rapita da un circolar movimento; effetti tutti quanti dell' aria impellente. »

(Voyez les *Memorie della Società italiana*, 1788, t. IV, p. 43).

titude de celle de M. Faye; quelques-unes même sont ridicules, et c'est pour cela que, dans mes citations, je n'ai rien dit des idées théoriques du Dr Perkins et de M. Colden. »

» Je suis loin de prétendre à la gloire pour avoir dit quelque chose de juste sur les trombes, les tornados et les cyclones; mais j'ai voulu montrer à l'Académie que l'opposition à mes idées est loin d'être unanime aujourd'hui. On verra en effet, par une seconde Note, que j'ai obtenu d'autres adhésions. Pour aujourd'hui, je me borne à prier M. Mascart de considérer, avec l'impartialité sur laquelle je puis compter de sa part, les deux points sur lesquels je viens d'insister :

» 1° On ne saurait, dans cette grande question, laisser de côté le mouvement de translation des mouvements gyratoires, car à lui seul ce mouvement de translation met à néant les préjugés que j'ai combattus;

» 2° Il ne serait pas exact de dire que l'on n'a jamais constaté un affaissement de la surface des eaux à la base inférieure d'une trombe, car c'est au contraire ce qui a été hautement constaté toutes les fois que le phénomène s'est présenté, de près, à un observateur compétent et sans parti pris.

» J'examinerai les deux derniers points dans une Note complémentaire et je tâcherai de donner à l'éminent Directeur de notre établissement météorologique les explications qu'il m'a fait l'honneur de me demander. Je suivrai la même marche, c'est-à-dire j'analyserai les travaux les plus récents, qui tous convergent vers les idées que j'ai émises il y a une douzaine d'années, idées qui m'ont été suggérées par l'étude des phénomènes solaires. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la végétation. — Sur les carbonates dans les plantes vivantes;* par MM. BERTHELOT et ANDRÉ.

« 1. Les recherches d'ensemble que nous avons entreprises sur la formation des principes immédiats des plantes nous ont conduits à examiner celle des carbonates, les plus simples des sels organiques, signalés dès le commencement de ce siècle. Elles tendent à en établir la diffusion considérable, sinon même universelle, dans le règne végétal, et elles jettent un jour nouveau sur les phénomènes de respiration et d'oxydation accomplis dans les tissus végétaux. Parlons aujourd'hui des méthodes.

» 2. On prend une plante, on la divise en ses parties essentielles : tige, racines, feuilles, inflorescences, et l'on dose les carbonates, tant solubles qu'insolubles, aux différentes périodes de l'évolution.

» On élimine d'abord l'acide carbonique libre ([1]), en faisant le vide à plusieurs reprises ou en faisant bouillir. Ces opérations, spécialement celles qui ont lieu avec addition d'eau, doivent être faites immédiatement, pour éviter les fermentations et dédoublements. Cela fait, on ajoute une petite quantité d'acide chlorhydrique, et l'on porte à une température voisine de l'ébullition, en faisant barboter dans la masse un courant d'air purifié, destiné à entraîner l'acide carbonique. On récolte et l'on pèse l'acide carbonique, dans les appareils d'une analyse organique. Voici des exemples :

» *Chenopodium quinoa* (Chénopodées) : 18 mai.

On opère sur 32 pieds. — 1 pied humide pèse, en moyenne : 4gr,3457; sec : 0gr,4752.

Acide carbonique dans la plante totale, pour 100 parties........ 0,55
» dans l'extrait aqueux........................ 0,11

» Le rapport de l'acide des carbonates insolubles à celui des carbonates solubles est ici 4 : 1.

12 juin. — On opère sur 21 pieds. — 1 pied humide pèse 29gr,238; sec : 4gr,513.
» La tige pèse, humide : 15gr,6523; sèche : 2gr,0019.

» Elle renferme : acide carbonique, sur 100 parties, matière totale 0,66, partie soluble, 0,05. La presque totalité des carbonates de la tige sont insolubles.

24 juin.	Humide.	Sec. Poids absolu.	Sec. Centièmes.	CO^2 sur 100 parties.
		gr		
Racines............	4,3	1,4138	8,35	0,05
Tiges............	65,2	8,339	49,27	0,31
Feuilles............	39,5	6,6162	39,09	0,03
Inflorescence........	3,55	0,5562	3,29	0,03
Une plante totale.....	112gr,55	16gr,9252	100,0	0,175

» Les carbonates, dans cette plante et à ce moment, sont principalement concentrés dans la tige : ce qui montre qu'ils ne viennent pas du sol.

Amarantus caudatus (Amarantacées).

18 juillet.	Humide.	Sec. Poids absolu.	Sec. Centièmes.	CO^2 sur 100 parties.
		gr		
Racines..........	0,8214	0,1877	10,53	0,65
Tiges............	4,9017	0,5994	33,62	0,04
Feuilles...........	4,7500	0,8079	45,31	0,09
Fleurs...........	1,0303	0,1879	10,54	»
Une plante totale....	11gr,5034	1gr,7829	100,0	

([1]) Tout ou partie de l'acide des bicarbonates est éliminé en même temps.

» Ici, les carbonates existent surtout dans la racine. D'après un dosage spécial, les deux tiers y sont à l'état insoluble, un tiers à l'état soluble.

Rumex acetosa (Oseille) (Polygonées) : 8 juin.

1 pied humide moyen.	Sec.	CO² sur 100 parties. Plante totale.	Partie soluble.
0^gr^,4424	0^gr^,0472	0,29	0,08

» Les carbonates sont surtout à l'état insoluble.

26 juin.	Humide.	Sec.	En centièmes.	CO² sur 100 parties. Plante totale.	Partie soluble.
	gr	gr			
Racines.................	0,3914	0,0726	16,28	0	0
Pétioles et grosses nervures.	1,3785	0,1313	29,45	0,22	0,05
Limbes et feuilles.........	2,6828	0,2419	54,27	0,64	0,14
Une plante totale.........	4^gr^,4527	0^gr^,4458	100,0	0,42	0,09

» Les carbonates sont ici surtout à l'état insoluble. Ils ne sauraient d'ailleurs exister en proportion notable dans une plante dont les liquides sont acides, telle que celle-ci; à moins de se trouver dans des cellules spéciales. Il n'y en a pas dans les racines ; donc ils ne viennent pas du sol.

Tropæolum majus (Capucine) Géraniacées : 22 mai.

1 pied humide.	Sec.	CO² pour 100 parties. Plante totale.	Partie soluble.
1^gr^,0112	0^gr^,1629	0,77	0,82

» Les carbonates sont ici entièrement à l'état soluble, les deux dosages donnant sensiblement les mêmes chiffres.

Oxalis stricta : 26 mai.

1 pied humide.	Sec.	CO² pour 100 parties. Plante totale.	Partie soluble.
0^gr^,4679	0^gr^,0826	0,42	0,06

» Les carbonates sont surtout à l'état insoluble.

» La dose de l'acide carbonique combiné change rapidement dans les jus, sous l'influence du temps et de la chaleur, et ces changements jettent un certain jour sur l'origine des carbonates dans les végétaux.

» 3. Rappelons d'abord que la plante fraîche renferme, indépendamment de l'acide carbonique combiné, une certaine dose d'acide carbonique libre, provenant des oxydations intérieures.

24 juin. — Dosages immédiats : CO^2 *pour* 100 *parties.*

	Chenopodium quinoa sec.	Avant ébullition.	Après ébullition de quelques minutes.
Racines	gr 1,4138	0,21	0,05
Tiges	8,339	0,64	0,31
Feuilles	6,6162	0,13	0,03
Inflorescences	0,5562	0,29	0,03
Une plante totale	16gr,9252	0,40	0,175

» D'après ces dosages, les racines, feuilles, inflorescences de la plante contenaient principalement de l'acide carbonique libre; tandis que dans la tige l'acide avant ébullition était à peu près double de l'acide combiné, ce qui paraît répondre à des bicarbonates.

» 4. Si la plante est conservée sous l'eau pendant quelques jours, la dose de l'acide carbonique total, libre et combiné, augmente.

	CO^2 pour 100 parties de tige sèche (sans ébullition préalable)		
	au début.	après trois jours.	après cinq jours.
Tiges de *Chenopodium quinoa* macérées dans 40 fois leur poids d'eau environ (24 juin)	0,64	1,87	2,55

	CO^2 pour 100 parties de feuille sèche (sans ébullition préalable)			
	au début.	après un jour.	après cinq jours.	après huit jours.
Feuilles du *Chen. quinoa* macérées dans 40 fois leur poids d'eau. On dose l'acide dans le jus filtré.	0,13	0,44	1,66	2,04

» Cet accroissement dans l'acide carbonique est dû aux fermentations alcooliques et analogues. En effet, dans le jus bouilli une heure, la dose de l'acide carbonique varie peu.

	CO^2 pour 100 parties de feuille sèche (après ébullition préalable)		
	après deux jours.	après sept jours.	après neuf jours.
Feuilles : etc. Jus filtré	0,20	0,16	0,16

» Ceci s'explique, les ferments ayant été détruits par l'ébullition.

» 5. Les carbonates croissent aussi en raison du dédoublement de certains principes. C'est ce que montrent les dosages suivants, effectués sur

les mêmes échantillons, après expulsion de l'acide libre :

	CO^2 pour 100 parties de tige sèche (dosé après ébullition de quelques minutes)			
	au début.	après trois jours.	après cinq jours.	après huit jours.
Tiges du *Chen. quinoa*, etc	0,31	0,61	0,94	»
	Au début.	Après un jour.	Après cinq jours.	Après huit jours.
Feuilles du *Chen. quinoa*, etc.	0,03	0,32	0,29	0,41

» 6. La dose des carbonates contenus dans une plante augmente également dans certains cas, à mesure que l'on prolonge la durée de l'ébullition :

	CO^2 pour 100 parties de tige sèche		
	dosé après ébullition de quelques minutes.	après 45 minutes d'ébullition.	après 90 minutes d'ébullition.
Tiges du *Chen. quinoa* (24 juin)............	0,31	0,58	0,69

» 7. Ainsi les végétaux renferment certains principes susceptibles de se dédoubler sous l'influence des ferments naturels, comme sous l'influence d'une ébullition prolongée, en produisant des carbonates (ou plutôt des bicarbonates) alcalins. Ce résultat est conforme à ce que nous savons des combinaisons éthérées contenues dans les liquides organiques, et de leur dédoublement par hydratation. C'est ainsi que l'un de nous a montré que les vins vieux renferment une dose d'acides éthérés, tartrovinique, malonique, etc., qui peut s'élever dans les vins très alcooliques jusqu'à la moitié de l'acide tartrique libre. Ces acides ne sont pas précipitables immédiatement sous forme de crème de tartre. Mais, si l'on chasse l'alcool et si on laisse l'eau chaude agir seule, les conditions de l'équilibre éthéré étant détruites, les acides viniques se décomposent assez vite, et régénèrent de l'acide tartrique libre, de façon à fournir par évaporation une dose de bitartrate de potasse supérieure de moitié à celle qu'ils fournissaient avant leur altération. De même, et l'analogie est ici plus étroite encore, les lichens tinctoriaux renferment l'acide orsellique, dédoublable par hydratation en orcine et acide carbonique. Les sels alcalins de ces acides fournissent des bicarbonates en se décomposant.

» 8. Observons enfin, pour ne rien omettre, qu'une portion des bicarbonates solubles contenus dans les plantes peut résulter de l'action de l'acide carbonique libre, préexistant ou produit par des actions physiolo-

giques, sur les sels alcalins formés par des acides faibles. Mais cette portion, loin d'augmenter, doit plutôt diminuer par l'ébullition, en raison du départ de l'acide carbonique qui tenait en équilibre les acides faibles.

» 9. La présence des bicarbonates dans les plantes a une importance majeure, eu égard aux réactions qu'elles éprouvent de la part de l'oxygène de l'air. En effet, ces actions s'exercent sur les jus végétaux neutres, aussi bien que sur le sang des animaux, en présence des bicarbonates alcalins. L'état même de dissociation des bicarbonates dissous tend à former dans les liqueurs des carbonates alcalins, en présence desquels l'oxydation devient beaucoup plus énergique : ceci se produit surtout lorsque l'acide carbonique est éliminé, soit à froid, au contact d'une atmosphère illimitée, comme il arrive lors de la formation de l'acide ulmique; soit par l'ébullition, ce qui concourt souvent à la coloration et à l'altération rapide des extraits végétaux. Rappelons d'ailleurs que l'accroissement d'énergie des oxydations dans les milieux alcalins est lié avec un plus grand dégagement de chaleur : c'est une conséquence des principes thermochimiques.

» 10. L'existence des carbonates dans les tissus de plantes, sous une dose très notable et qui peut s'élever jusqu'à un tiers de centième de leur poids, ainsi que celle des principes dédoublables avec formation d'acide carbonique, apporte des données nouvelles à un problème de physiologie végétale récemment controversé devant l'Académie : nous voulons parler des échanges qui se font entre l'acide carbonique, emprunté à l'atmosphère, et l'oxygène expiré, par le fait de la fonction chlorophyllienne.

» On sait que les volumes des deux gaz sont sensiblement égaux, relation fondamentale qui caractérise le phénomène. Cependant, on a observé des oscillations sensibles de part et d'autre.

» Or il ne saurait en être autrement, en raison de l'existence des bicarbonates dans les tissus végétaux. D'une part, ces bicarbonates dissous tendent à exhaler, par dissociation, une partie de leur acide carbonique, qui vient accroître l'acide carbonique de l'atmosphère ambiante. Ce phénomène, indépendant de l'exhalaison d'oxygène, se produit surtout avec les tissus riches en bicarbonate : il doit être le plus fréquent. Mais il peut arriver aussi que le bicarbonate, déjà dissocié en partie pendant une autre période de la vie végétale, reprenne dans un milieu convenable quelque dose d'acide carbonique : phénomène qui tend à faire varier le rapport en sens inverse, au profit de l'oxygène.

» 11. Le dédoublement des principes analogues à l'acide éthylcarbo-

nique et à l'acide orsellique pouvant aboutir à une élimination d'acide carbonique, ce dédoublement tendrait à faire prédominer l'hydrogène dans les tissus végétaux, soit pendant leur vie, soit pendant leur évaporation et dessiccation ; conformément à une opinion récemment émise par notre Confrère, M. Schlœsing. En effet, les plantes contiennent souvent un excès d'hydrogène, par rapport à la formule des hydrates de carbone; et cet excès s'élève dans certains cas jusqu'à près d'un centième du poids de la plante. Cette conclusion de l'analyse élémentaire est conforme aux analyses immédiates que nous avons faites d'un certain nombre de plantes, telles que les *Amarantus* notamment. Sans entrer à cet égard dans une discussion détaillée, il suffira de dire que l'excès d'hydrogène s'explique par nos analyses, même en l'absence des matières grasses, parce qu'il est attribuable aux composés azotés et spécialement aux matières albuminoïdes. En effet, celles-ci renferment environ 3,5 à 4,0 centièmes d'hydrogène en excès, sur la dose susceptible de changer en eau tout l'oxygène de la matière. Or les plantes que nous avons analysées contiennent, à l'état jeune et avant floraison, jusqu'à 20 et 25 centièmes de principes albuminoïdes [1]; ce qui donne un excès de 0,7 à 1,0 d'hydrogène pour la plante totale. Un excès de ce genre existe spécialement dans les feuilles, très riches en principes albuminoïdes. La nicotine, alcali exempt d'oxygène, qui existait dans le tabac analysé par M. Schlœsing, tend pareillement à accroître l'excès d'hydrogène. Quant à l'origine de cet excès, il est facile à expliquer, toutes les fois que les plantes tirent leur azote soit des composés amidés et sels ammoniacaux contenus dans le sol ou dans les engrais, soit de l'ammoniaque atmosphérique. S'il est tiré des azotates, il est clair que l'excès d'oxygène de ceux-ci doit être éliminé surtout sous forme d'acide carbonique, conformément à ce qui vient d'être exposé. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Phœnicurus;* par M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« En m'occupant, le printemps dernier, au laboratoire Arago, de la Tethys léporine, dont j'aurai à entretenir prochainement l'Académie, j'ai trouvé en grande quantité le parasite curieux que ce Mollusque porte attaché à ses flancs.

[1] Bourrache : graine, 17,0; végétation commençante, 21,7; floraison, 14,7; fructification, 5,6. — Grande consoude, 27 mai : 25,6. — On observe souvent la proportion de 20 centièmes dans la feuille, avant la floraison.

» Nous n'avons sur le *Phœnicurus*, c'est le nom du parasite, que des renseignements fort insuffisants : Rudolphi, Cuvier, delle Chiaje l'ont connu. Ce dernier Naturaliste, qui avait cru d'abord l'avoir découvert et l'avait appelé *Planaire*, avait indiqué comment il est fixé par sa bouche sur les mamelons qu'on observe au milieu des fosses interbranchiales de la Téthys; il avait reconnu dans l'intérieur de son corps les bandes musculaires nombreuses qui lui donnent une grande contractilité, ainsi que la partie principale de son tube digestif; mais s'il a donné quelques bonnes figures de l'extérieur, ses indications sur l'organisation sont ou nulles ou fort insuffisantes.

» L'occasion s'étant présentée favorable, voici quelques faits que j'ai constatés :

» Le corps du *Phœnicurus* a la forme d'un cerf-volant; il est plat, arrondi à l'une de ses extrémités et effilé en pointe à l'autre; tantôt cette extrémité-ci est simple, tantôt elle est fourchue et, qu'elle soit simple ou double, toujours elle est colorée en rouge, ce qui justifie le nom de *Phœnicurus*.

» Les deux faces sont fort différentes. L'une, la plus étendue, est marbrée par de grandes taches noires et blanchâtres, lavées d'une teinte générale légère rougeâtre, très variable avec les individus; elle rappelle la livrée du dos de quelques crapauds. L'autre, blanche, est moins étendue et entourée par la première, qui la déborde et forme comme un bourrelet autour d'elle.

» L'extrémité arrondie du corps porte une fosse ovale percée, à son centre, d'un orifice. La peau de cette fosse est fine, lisse, blanche, et presque transparente; elle est limitée par un bourrelet que forment les extrémités des deux faces différentes par la couleur.

» C'est là tout ce que l'on observe à l'extérieur de l'animal.

» Quand on a le *Phœnicurus* bien vivant, on le voit se contracter et changer de forme incessamment; il se tord et se gonfle du côté de sa face aux marbrures colorées, surtout vers son extrémité arrondie; celle-ci s'incline alors vers la face blanchâtre, et le corps se courbe. Aussi est-on conduit à considérer la face couverte de la livrée comme étant le dos de l'animal, et la face blanche comme étant la partie antérieure ou abdominale.

» Entraîné par cette impression, j'avais cherché d'abord le système nerveux en ouvrant le *Phœnicurus* par la face colorée, je n'avais rien trouvé; ce n'est qu'en reprenant la dissection par la face opposée que j'ai eu des résultats et mis à découvert les centres d'innervation.

» Le système nerveux le plus normalement constitué qu'il m'ait été

donné de rencontrer présente comme centre deux ganglions, l'un gauche, l'autre droit, unis par une longue commissure transversale. De chacun de ces ganglions partent deux nerfs principaux, l'un supérieur allant au voisinage de la bouche, l'autre inférieur descendant vers la queue.

» Ces centres sont écartés l'un de l'autre et presque latéraux, ils sont situés à la réunion du tiers supérieur avec les deux tiers inférieurs; aussi les quatre nerfs supérieurs et inférieurs, avec les ganglions et la commissure transversale, forment-ils comme une H dont les branches seraient d'inégale grandeur.

» Ces ganglions, eu égard à la taille de l'animal, sont petits et renferment des cellules nerveuses, grosses, peu nombreuses, à caractères particuliers dont il sera question plus tard dans l'étude histologique.

» Les nerfs secondaires, transversaux, nombreux, se détachent aussi bien des ganglions que des grands nerfs principaux pour aller dans toutes les parties de l'organisme.

» Ils sont en général très grêles, très longs et le plus souvent fortement ondulés, condition qui est en rapport avec les mouvements d'ampliation et de contraction du corps. Ils se partagent en deux ordres assez constants; non loin des ganglions, se détachent de gros troncs se portant les uns dans le tissu commun, situé en dedans des couches musculaires dont il sera plus loin question; les autres, en traversant ces couches, se distribuent au tissu sous-cutané, et arrivent probablement à la peau; mais la chose est difficile à voir par les dissections, les coupes, et le hasard feront seuls découvrir ces terminaisons.

» Étudié sur un grand nombre d'individus, le système nerveux présente des particularités qui méritent d'être signalées.

» Les deux nerfs supérieurs sont gros et se terminent brusquement sous la peau tout près de l'orifice buccal. J'aurai à revenir sur cette terminaison.

» Dans leur trajet, ils donnent des rameaux délicats assez nombreux qui courent dans le tissu sous-cutané de la fosse buccale.

» Les nerfs, en s'éloignant du centre, présentent de loin en loin des renflements ganglionnaires très variables pour le volume et composés de une, deux ou trois cellules allongées dont le grand axe est placé parallèlement à leur direction.

» Une autre particularité bien remarquable est celle-ci :

» Je crois n'avoir pas rencontré deux individus présentant une identité entière dans la composition des centres nerveux.

» Voici quelques-unes des dispositions observées : tantôt il n'y avait

qu'un ganglion médian d'où partaient les deux gros nerfs buccaux et les deux principaux nerfs de l'extrémité caudale ; une autre fois, je n'ai rencontré qu'une sorte de chaîne de trois ou quatre ganglions allongés et placés à la suite les uns des autres; un seul nerf se dirigeant vers la bouche, un autre vers la queue. Enfin, dans un cas, j'ai rencontré sept petits ganglions disposés transversalement et unis non seulement par une commissure transverse, mais encore par des filets formant un réseau, un véritable plexus

» Dans tous les cas, quel que soit le nombre des ganglions, la situation du système nerveux prise dans son ensemble, par rapport au tube digestif et aux muscles, reste la même et les filets se distribuent en partie au milieu du corps, en partie aux couches sous-cutanées.

» Enfin il n'est pas rare de ne trouver qu'un seul nerf buccal, et dans ce cas ce nerf est plus gros; j'ai vu les deux nerfs buccaux partir d'un même ganglion.

» En somme, la position du système nerveux est constante, mais ses formes varient infiniment.

» Je dois encore signaler ce fait : j'ai trouvé un cordon transversal partant des nerfs buccaux et les unissant en passant au-devant du tube digestif; était-ce un collier œsophagien ou une simple anastomose?

» Le *Phœnicurus* offre une constitution histologique fort intéressante qui fera l'objet d'un travail particulier. Je n'en dirai que peu de choses en ce moment. Son corps n'a pas de cavité générale; il est donc *acœlomate;* mais il est comblé par un tissu cellulaire fibrillaire offrant des noyaux nombreux au milieu duquel, et soudés à lui, sont des organes divers et de grandes cellules ou vésicules souvent visibles à l'œil nu, pouvant acquérir des dimensions énormes.

» Sous la peau, après une couche de ce tissu conjonctif, on rencontre de longues bandes musculaires régulièrement rapprochées et formant deux lames, l'une dorsale, l'autre abdominale, se rendant de l'extrémité buccale à l'extrémité caudale. Entre ces deux lames se trouve la partie centrale. Le corps est de la sorte partagé en trois zones, deux extérieures aux bandes musculaires et une intermédiaire. De plus, d'autres fibres également musculaires, transversales et externes à ces premières, appliquées sur elles, les croisant à angle droit, forment un véritable treillis facile à découvrir, car il apparaît fort évident dès qu'on a ouvert le corps de l'animal et enlevé les téguments.

» Sur les côtés, à droite comme à gauche, on trouve encore des paquets

de fibres musculaires, allant d'une face à l'autre perpendiculairement à leur surface et qui concourent à limiter l'espace central.

» C'est dans cet espace médian intermusculaire que se trouvent le tube digestif, le système nerveux central et une glande spéciale, seuls organes qu'il m'ait été donné d'observer.

» Le tube digestif commence à l'orifice central de la fosse indiquée vers l'extrémité arrondie et descend jusqu'à la queue. Quelquefois, après la bouche, il présente une dilatation suivie d'un étranglement signalé par delle Chiaje, mais il ne convient guère d'attacher grande importance à cette disposition, qui varie avec l'état des individus.

» Le tube, tantôt lisse, tantôt bossué, étroit ou dilaté, descend en s'effilant jusqu'au voisinage de la queue et, dans toute sa longueur comme dans tous les sens en avant, en arrière, sur les côtés, donne naissance à des rameaux, se ramifiant à l'infini, traversant les interstices musculaires et arrivant par leurs branches déliées jusqu'au voisinage des téguments. A ce point de vue le *Phœnicurus* est un *Dendrocèle* très caractérisé.

» Les parois du tube digestif, d'une délicatesse extrême, échappent facilement à l'observation, si on ne les remplit d'une matière colorée ou si on ne les soumet à l'action de quelque réactif qui en décèle la présence. Je n'ai pas trouvé d'anus.

» Le dernier organe dont il m'ait été possible de constater l'existence est une glande très simple formée d'un tube terminé par un ou deux cœcums portant quelques très rares culs-de-sac latéraux. L'un d'eux, se dirigeant vers la face blanche du corps, mais n'arrivant pas jusqu'aux téguments, est constant et le plus considérable.

» Cette glande est située du côté de la face marbrée et vient s'ouvrir dans l'orifice buccal même. Quelles sont ses fonctions? C'est chose difficile à dire; il semble toutefois naturel de la considérer comme une glande salivaire.

» J'ai prouvé que ce que delle Chiaje dans la Téthys avait considéré comme un appareil aquifère n'était autre que l'appareil veineux du Mollusque, s'ouvrant à l'extérieur, au sommet de la papille située au centre des fosses interbranchiales. Le *Phœnicurus*, embrassant par sa bouche cette papille, peut donc à tout instant sucer le liquide sanguin de la Téthys dont il est le parasite dans l'acception la plus exacte du mot.

» D'après ce qui précède, il est maintenant facile de poser et d'orienter l'animal: plaçant le système nerveux en arrière, la face blanche correspond

évidemment au dos, et la face marbrée est antérieure; la bouche étant placée en haut, toutes les positions sont faciles à caractériser et à indiquer. Il faut donc pour trouver le système nerveux ouvrir le *Phœnicurus* par le dos, enlever les tissus sous-cutanés, et c'est en avant des bandes musculaires qu'on découvre les ganglions; dès lors, on le voit, on trouve en allant d'arrière en avant le système nerveux, le tube digestif et la glande salivaire.

» Le *Phœnicurus* me paraît être un *Dendrocèle* bien nettement caractérisé par l'absence de chaîne ganglionnaire abdominale et par la disposition de son intestin arborescent.

» Pour fixer d'une façon plus complète ses relations zoologiques, il serait utile d'avoir suivi son évolution. Or, au mois de mai, je n'ai pas pu découvrir les organes de la reproduction; une fois seulement j'ai trouvé un individu sur lequel les grandes cellules dont il a été question avaient pris des proportions énormes. La peau de l'animal étant déchirée, elles faisaient saillie à l'extérieur comme des grappes. Je ne voudrais pas affirmer qu'elles représentaient des œufs; car toutes les questions relatives à la reproduction restent à éclairer.

» Il importe de le répéter, c'est dans le mois de mai que les observations ont été faites et je n'ai pas, dans les animaux conservés, rencontré ces organes reproducteurs, si faciles à reconnaître chez les Turbellariées ou les Trématodes.

» Le *Phœnicurus* ne représente-t-il qu'une période ou qu'un stade de son existence totale, est-il un être déformé ou dégradé par le parasitisme, son évolution s'accomplit-elle dans des stations différentes avec des formes variées? Ce sont là certainement des questions aussi curieuses qu'intéressantes à résoudre.

» J'ai eu le Phœnicure en abondance au laboratoire Arago. Mon bateau, à chacune des sorties qu'il faisait pour aller me chercher des Téthys, me l'apportait en grand nombre de toutes les tailles, libre ou fixé.

» J'espère donc, dans une prochaine campagne, éclairer cette histoire encore fort obscure. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'homographie de deux corps solides;* par M. SYLVESTER.

« On sait que deux systèmes de points dans deux plans réunis dans un seul seront homologiques quand, en nommant x', y', z'; x, y, z les

coordonnées de deux points corrélatifs dans les deux systèmes, on a

$$x' = \lambda x + f(ax + by + cz),$$
$$y' = \lambda y + g(ax + by + cz),$$
$$z' = \lambda z + h(ax + by + cz),$$

et l'on peut ajouter la remarque qu'en supposant que x, y, z soient pris tellement que $x + y + z$ devienne la ligne à l'infinité et que ξ, η, ζ soient pris convenablement proportionnels aux distances d'une ligne variable des angles du même triangle fondamental dont on se sert pour déterminer x, y, z, on aura en même temps entre les coordonnées inverses d'une ligne et celles de la ligne corrélative les équations

$$\xi' = \Lambda\xi + a(fx + gy + hz),$$
$$\eta' = \Lambda\eta + b(fx + gy + hz),$$
$$\zeta' = \Lambda\zeta + c(fx + gy + hz),$$

ou

$$\lambda + \Lambda + af + bg + ch = 1.$$

» Ces équations équivalent à dire que, pour obtenir deux systèmes plans homologiques, il suffit de prendre un point O et une ligne droite L; alors, pour trouver le point correspondant à P, on mène la ligne droite PO coupant L en I, sur laquelle on trouve un point P' tel que le double rapport $\frac{\mathrm{PO}}{\mathrm{PI}} : \frac{\mathrm{P'O}}{\mathrm{P'I}}$ soit un *nombre donné*. Alors, en séparant les plans qui contiennent les deux systèmes de points P, P', et en les envisageant pour ainsi dire *ex situ*, on aura le cas le plus général de l'homographie; car, en regardant un des plans comme fixe et contenant des axes fixes de x, y, z, on aura cinq constantes libres, c'est-à-dire deux pour fixer le point O, deux pour fixer la ligne L, et, en outre, la constante du rapport double.

» En prenant le second plan dans une position arbitraire sur le premier, on obtient trois constantes de plus, qu'on peut nommer *constantes kinétiques ou de déplacement;* ainsi, on aura huit constantes arbitraires, c'est-à-dire le nombre de rapports entre les neuf constantes qui entrent dans l'expression la plus générale des trois fonctions linéaires de x, y, z. Conséquemment, on voit que deux systèmes plans de points homographiques *ex situ* peuvent être mis *in situ* d'une manière telle qu'ils deviendront homologiques ou, si l'on veut passer le mot, en perspective potentielle l'un envers l'autre.

» On peut agir d'une manière pareille ou au moins analogue avec deux

systèmes homographiques dans l'espace. Pour cela il ne faut pas prendre *in situ* les équations de la forme

$$x' = \lambda x + f(ax + by + cz + dt),$$

car alors la construction géométrique de la correspondance dépendra d'un point, d'un plan et d'un rapport anharmonique donné, ce qui fournira treize constantes, de sorte qu'avec six constantes kinétiques on n'en aura que treize, tandis qu'on doit en avoir $4^2 - 1$, de sorte que ce cas, qui est le cas de l'homologie, ordinairement ainsi nommé pour l'espace, ne correspond pas à l'homographie universelle, mais à l'homographie assujettie à satisfaire à deux conditions, ce qui, de plus, est un fait bien connu. Mais prenons les équations

$$\begin{aligned} x' &= \lambda x + fu + \mathrm{F}\mathrm{U}, \\ y' &= \lambda y + gu + \mathrm{G}\mathrm{U}, \\ z' &= \lambda z + hu + \mathrm{H}\mathrm{U}, \\ t' &= \lambda t + ku + \mathrm{K}\mathrm{U}, \end{aligned}$$

ou

$$u = ax + by + cz + dt, \quad \mathrm{U} = \mathrm{A}x + \mathrm{B}y + \mathrm{C}z + \mathrm{D}t,$$

et, de plus,

$$\begin{gathered} fa + gb + hc + kd = \mathrm{FA} + \mathrm{GB} + \mathrm{HC} + \mathrm{KD}, \\ f\mathrm{A} + g\mathrm{B} + h\mathrm{C} + k\mathrm{D} = \mathrm{F}a + \mathrm{G}b + \mathrm{H}c + \mathrm{K}d = 0; \end{gathered}$$

alors, en se servant de coordonnées inverses ξ, η, ζ, τ (les deux systèmes de coordonnées des x et des ξ étant assujettis à des conditions semblables à celles dont on a déjà fait mention pour le plan), on aura

$$\begin{aligned} \xi' &= \Lambda\xi + av + \mathrm{A}\Omega, \\ \eta' &= \Lambda\eta + bv + \mathrm{B}\Omega, \\ \zeta' &= \Lambda\zeta + cv + \mathrm{C}\Omega, \\ \tau' &= \Lambda\tau + dv + \mathrm{D}\Omega, \end{aligned}$$

où

$$v = f\xi + g\eta + h\zeta + \mathrm{K}\tau, \quad \Omega = \mathrm{F}\xi + \mathrm{G}\eta + \mathrm{H}\zeta + \mathrm{K}\tau,$$

et, en mettant $fa + gb + hc + kd = s = \mathrm{FA} + \mathrm{GB} + \mathrm{HC} + \mathrm{KD}$,

$$\lambda + \Lambda + s = 0.$$

» Ces deux systèmes d'équations font voir immédiatement que la ligne qui joint deux points correspondants quelconques x', y', z', t'; x, y, z, t et

aussi que la ligne dans laquelle se coupent deux plans correspondants quelconques $\xi', \eta', \zeta', \tau'$; ξ, η, ζ, τ rencontrera les deux lignes fixes, dont l'une est donnée par l'intersection des deux plans $u = 0$, $U = 0$ et l'autre comme la ligne qui passe par les deux points $v = 0$, $\Omega = 0$.

» La construction géométrique est donc tout aussi simple que pour le cas de deux systèmes plans homologiques.

» On prend deux lignes (H, K) fixes dans l'espace; par un point variable P on mène la ligne droite qui rencontrera H et K (disons en h, k) et sur cette ligne on prend un point P′ tel que le double rapport $\frac{\mathrm{HP}}{\mathrm{KP}}, \frac{\mathrm{HP'}}{\mathrm{KP'}}$ sera un nombre donné.

» En regardant un des deux espaces ou corps solides, et en même temps les plans x, y, z, t comme fixes, on aura, à cause de l'arbitraire des deux lignes droites, à cause de l'arbitraire du rapport anharmonique et à cause du déplacement, quand un des solides est mis *ex situ*, 6, c'est-à-dire 15, qui est le nombre des rapports des constantes dans quatre fonctions linéaires de quatre variables.

» On a donc le théorème que deux espaces ou corps solides homographiques peuvent être mis ensemble, d'une telle façon que la ligne droite qui réunit deux points correspondants, ou qui forme l'intersection de deux plans correspondants, coupera deux lignes droites, et de plus il est facile d'établir que ce rapport biaxial aura lieu au moins pour quatre dispositions relatives distinctes des deux corps.

» La matrice qui lie ensemble les x', y', z', t' avec les x, y, z, t possède la propriété assez remarquable que son déterminant sera égal à $\lambda^2(\lambda + s)^2$, et chaque mineur premier contiendra $\lambda^2 + s\lambda$ comme facteur.

» Le cas de l'homologie restreinte pour deux solides est représenté par les équations

$$\begin{aligned}
x' &= \lambda x + f(ax + by + cz + dt),\\
y' &= \lambda y + g(ax + by + cz + dt),\\
z' &= \lambda z + h(ax + by + cz + dt),\\
t' &= \lambda t + k(ax + by + cz + dt),
\end{aligned}$$

sans aucune liaison entre les constantes; le déterminant de la matrice sera $\lambda^3(\lambda + s)$ et chaque déterminant mineur premier contiendra λ. Il reste à examiner s'il est possible ou non de trouver des positions biaxiales pour deux solides qui satisfont aux deux conditions qui rendent possible la position d'homologie ordinairement ainsi nommée.

» *Chose fâcheuse*, on ne peut faire l'extension de la nouvelle idée d'homologie au delà de l'espace à trois dimensions si, par exemple, on prend comme fixe un point, une ligne et un plan dans l'espace à quatre dimensions. Par un point P, on peut mener une, et une seule ligne, qui rencontrera le plan et la ligne donnés, et l'on peut déterminer le point P′ comme auparavant, au moyen d'un rapport anharmonique donné. Mais comptons les constantes arbitraires.

» La ligne et le plan donneront chacun 6 arbitraires. Ainsi, avec le rapport anharmonique, on aura 13; mais on a besoin de 24, et les constantes de déplacement n'en fournissent que 10; ainsi il y a défaut de généralité et la construction supposée sera incapable de donner la liaison homographique pour l'espace à quatre dimensions, à moins qu'une condition soit satisfaite par les rapports des vingt-cinq constantes dans les équations linéaires qui l'expriment.

» En revanche, si l'on descend au-dessous du plan et qu'on considère l'homographie de deux lignes droites, la propriété homologique (ou de perspective potentielle) est indépendante de la position des deux lignes entre elles, de sorte qu'il y a pour ce cas une constante (la constante kinétique) en excès.

» Il nous paraît vraiment remarquable que, sauf ces deux cas du plan et du solide, le problème de passer de l'homographie à l'homologie (ou à une condition de choses équivalentes) devient ou indéterminé ou, en général, impossible. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences faites en Belgique et en Hollande, sur une application des grands tubes mobiles du système construit à l'écluse de l'Aubois. Nouvelles modifications de ce système.* Note de M. **A. de Caligny.**

« Le 28 mai dernier, j'ai visité, avec le Congrès international de navigation intérieure, l'écluse construite par les ingénieurs hollandais, objet de la Note que j'avais eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences le 20 avril. On a fait en ma présence des expériences sur les grands tubes mobiles, qui y sont employés depuis plusieurs mois. J'ai pu constater que, si les sections transversales avaient été bouchées, comme elles le seraient par des surfaces cylindriques analogues à ce qu'avait proposé Gauthey, il y aurait eu des coups de bélier qu'on évite, en employant ainsi mon système. Ces tubes, toujours ouverts à leurs deux extrémités et s'élevant toujours au-dessus du niveau du bief d'amont, sont disposés sans

bourrelet intérieur ni extérieur, comme ceux que j'avais dessinés dans un Mémoire, présenté à l'Académie des Sciences en 1837 et pour lequel elle m'a fait l'honneur de me décerner le prix de Mécanique en 1839. Les sièges fixes sont des surfaces métalliques sans cuir ni caoutchouc. Il est vrai que la chute de l'écluse n'est pas grande et qu'on a un peu exagéré l'épaisseur des parois des tubes, qui sont d'ailleurs convenablement équilibrés par des moyens différents de ceux dont je me suis servi.

» On vient d'exécuter le même système sur cinq écluses, en Belgique, au canal de Mons à la Louvière. Les chutes sont beaucoup plus grandes. D'après les dessins qui sont à l'Exposition d'Anvers, et dont un ingénieur belge a eu l'obligeance de me donner un calque, on se serait astreint à donner à ces tubes, sauf les dimensions, la forme de celui de l'appareil de mon invention, construit à l'écluse de l'Aubois, qui est appelé *tube d'aval*, et dont le dessin est dans le *Cours de Navigation intérieure* de M. de Lagrené (t. III, *Pl. XV*). Mais ce n'est pas ainsi que le travail a été exécuté sur ces cinq écluses, d'après les renseignements officiels qui viennent de m'être communiqués. Les joints alternatifs se font sans cuir ni caoutchouc, au moyen de surfaces coniques métalliques.

» Afin d'éviter tout malentendu, je dois avertir que la disposition des tubes de l'appareil de l'Aubois a pour objet la marche automatique que je suis parvenu à réaliser sans bassin d'épargne, tandis que, dans ces circonstances, il ne s'agit que d'ouvrir et de fermer alternativement de très grands orifices, en évitant des coups de bélier et en facilitant la manœuvre. Dans ce cas, je conseille de mettre extérieurement aux tubes l'anneau inférieur à surface conique pour ceux servant à la vidange, et intérieurement pour ceux qui servent au remplissage, afin d'éviter d'avoir à vaincre une pression de l'eau de haut en bas sur ces anneaux, qui est ainsi supprimée.

» On se préoccupe beaucoup en ce moment des moyens de remplir et de vider de grandes écluses de navigation le plus vite possible, sans compromettre la tranquillité des bateaux, le sas étant convenablement approfondi. Pour y parvenir, on dispose d'une manière intéressante les orifices d'introduction et de sortie. On les fait déboucher le plus bas possible sous les bateaux et, pour avoir des sections convenables, on donne une assez grande largeur à la partie de l'aqueduc qui introduit l'eau dans le sas. On fait d'ailleurs varier le plus graduellement possible les formes des sections, pour éviter les pertes de force vive résultant des variations de ces formes. C'est par plusieurs orifices qu'on introduit l'eau ou qu'on la fait sortir.

» Il peut sembler au premier aperçu que mon système d'épargne ne

serait point applicable de manière à utiliser convenablement la force vive, en employant ainsi un certain nombre d'orifices, parce que, pour un premier appareil de grandes dimensions, l'aqueduc ou tuyau de conduite débouche dans l'enclave des portes d'aval à l'écluse de l'Aubois ayant la profondeur des anciennes écluses au-dessous des bateaux. Mais il n'en est point ainsi. Un tuyau de conduite ou aqueduc, débouchant par une extrémité dans un réservoir en communication avec le bief d'amont, aurait d'abord une longueur assez grande jusque vers le milieu de celle de l'écluse.

» Or, sur la *Pl. VI*, t. II de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes*, j'ai montré comment les choses pouvaient être disposées pour faire arriver l'eau par cet aqueduc aux deux extrémités du sas. On peut évidemment, au lieu de se contenter d'une simple bifurcation, poser à une de ses extrémités plusieurs tuyaux divergents de sections moindres, pour faire arriver l'eau par divers orifices. Mais il y a à ce sujet une remarque intéressante à faire : les tuyaux qui amèneront l'eau aux deux extrémités de l'écluse auront des longueurs développées plus grandes que les autres. Il résultera donc de l'inertie de l'eau que, si leurs sections ne différaient pas de celles des tuyaux intermédiaires, ils débiteraient moins d'eau à chaque période. Ainsi, en général, ils devront avoir des sections plus grandes que celles des tuyaux qui seront compris entre les deux extrémités du sas. Quant au premier tuyau de conduite précité, ses sections devront évidemment être les plus grandes.

» Je remarquerai à cette occasion que, même à l'écluse de l'Aubois, certaines dispositions sont aujourd'hui très différentes de ce qu'elles étaient à l'époque où l'appareil qui y est construit a été décrit en 1873, dans l'Ouvrage précité de M. de Lagrené, et a été mis par le Ministère des Travaux publics à l'Exposition universelle de Vienne, où une médaille de progrès m'a été décernée. Elles sont même très différentes de ce qu'elles étaient en 1880, quand les *Annales des Ponts et Chaussées* ont publié un long extrait des études sur ce système, par M. Vallès, inspecteur général des Ponts et Chaussées. A cette époque, la marche automatique n'était pas encore obtenue, et l'on n'avait pas essayé, comme on l'a fait cette année avec succès, des tiges verticales assez fortes avec glissières, pour empêcher le mouvement de va-et-vient des bateaux.

» Ce dernier détail n'a plus aujourd'hui autant d'importance, d'après ce que je viens de dire sur la manière dont on peut modifier l'introduction

alternative de l'eau, en augmentant il est vrai la dépense de premier établissement. Il est d'ailleurs évident que, si l'on se contentait de trois ouvertures dans un bajoyer, la modification serait très simple ([1]). »

SPECTROSCOPIE. — *Spectre de l'ammoniaque par renversement du courant induit.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Quand on fait jaillir l'étincelle d'induction sur une solution aqueuse d'ammoniaque, en rendant le liquide positif, il se forme dans l'espace interpolaire une nappe globuleuse ou cupuliforme jaune, se rétrécissant vers le bas, tout en augmentant d'éclat, et se terminant en pointe très près du liquide. Autour de cette pointe et appliqué contre la surface extérieure du liquide, se développe un petit disque verdâtre, très mince, à bords assez nets. La lumière de ce disque donne au spectroscope une belle bande verte.

» La nappe jaune fournit aussi un spectre (d'ordre très différent de celui du disque verdâtre) qui paraît être identique avec un de ceux décrits par Dibbits et A. Mitscherlich ([1]) et obtenus au moyen d'une flamme

---

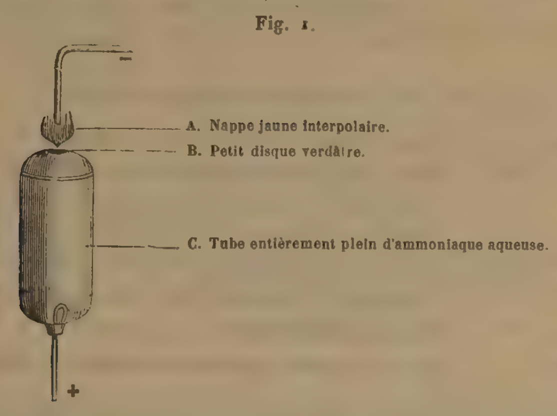
([1]) D'après des expériences faites sur un modèle en 1884, il y a lieu d'espérer qu'on pourra diminuer la dépense relative au tude dit *d'amont*. On a obtenu la marche automatique pendant le remplissage, en substituant à ce tube une soupape ordinaire analogue à la soupape d'introduction d'un bélier aspirateur. Une plus petite, dont l'axe est près de son centre de figure, est très facile à lever une première fois. L'eau du tuyau de conduite, résistant par son inertie, permet à celle du bief d'amont entrant par un petit orifice de remplir à une hauteur assez notable le tube d'aval. La grande soupape, étant alors pressée pardessous, se soulève au moyen d'un balancier à contrepoids, et bientôt l'eau coule vers l'écluse. La grande soupape se baisse en temps utile, comme celle d'un bélier aspirateur. Le tube d'aval se lève de lui-même et redescend de lui-même comme à l'écluse de l'Aubois. I se produit ensuite une oscillation en retour, qui soulève dans le tube *d'aval* un petit flotteur, lequel au moyen d'un balancier rouvre la petite soupape précitée et le jeu recommence jusqu'à ce que la grande soupape d'introduction de l'eau d'amont reste ouverte pour achever le remplissage du sas par un mouvement continu, comme cela doit être.

Quand même, pour de grandes dimensions, il y aurait quelque inconvénient à cette disposition, il serait intéressant d'en signaler le principe, qui permet de manœuvrer une grande soupape ordinaire aussi facilement qu'un tube mobile. Les nouveaux freins hydrauliques essayés avec succès à l'écluse de l'Aubois permettent d'ailleurs d'amortir facilement les percussions qui paraissent être la seule chose à craindre pour l'emploi de cette idée nouvelle. En l'appliquant, on diminuerait la durée des oscillations en retour et diverses causes de perte de force vive.

([1]) A. MITSCHERLICH, *Philosophical Magazine*, XXVIII, 169.

chargée d'ammoniaque. Ce spectre se compose d'un assez grand nombre de

Fig. 1.



raies nébuleuses dont quelques-unes, très voisines, se fondent en petites bandes nébuleuses. Les principales raies ou bandes sont seules décrites ici.

Spectre de la nappe jaune interpolaire [1].

	Micromètre.	λ.	
γ	88,9.	632,5.	Raie nébuleuse, mais pas large.
γ	89,6.	629,3.	Raie nébuleuse, mais pas large. Bien marquée. Plus forte que 88,9. Se lie à la précédente, avec laquelle elle forme une petite bande nébuleuse quand la fente est plus ouverte.
η	92,3.	618,0.	Raie nébuleuse, mais pas large. Un peu plus faible que 89,6.
β	95,6.	604,5.	Raie très peu large, mais nébuleuse. Très bien marquée ou assez forte.
β	96,6.	600,8.	Raie très nébuleuse et assez grosse. Bien marquée, mais notablement plus faible que 95,6, avec laquelle elle se lie.
ζ	97,9.	596,4.	Raie très nébuleuse. Légèrement plus faible que 96,6.
α	105,8.	570,2.	Raie très peu large, mais nébuleuse. Assez forte.
δ	Vers 113,8.	547,0.	Commencement très indécis d'une bande un peu dégradée de droite à gauche, très facilement visible à cause de sa largeur et paraissant formée de plusieurs raies nébuleuses.
δ	115,0 *environ*.		Milieu de la bande.
δ	116,2 environ.	540,6.	Fin, nébuleuse, mais moins vague que le commencement.

(1) Les mesures actuelles ne sont pas absolument définitives, mais leurs inexactitudes ne peuvent être qu'assez peu importantes. Les intensités relatives des raies se rapportent à une fente assez large.

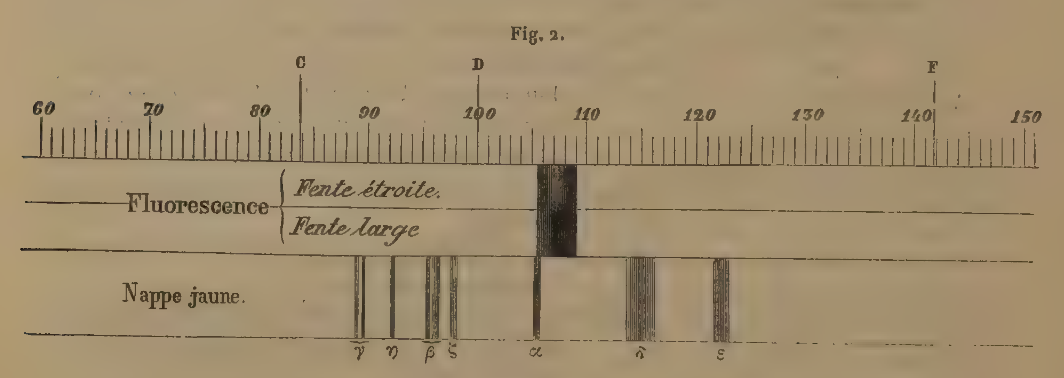
Micromètre.	λ.	
ε 122,5.	525,2.	Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse, large d'au moins 1 div. du micromètre. Un peu plus faible que δ 115,0.

Spectre du petit disque contigu au liquide.

105,7 environ.		Commencement nébuleux de la bande.
106,5.	568,1.	Milieu du maximum de lumière d'une raie nébuleuse, large de $\frac{1}{2}$ à $\frac{2}{3}$ de division. Liée à la suivante par une lumière nébuleuse. Très bien marquée.
107,8.	564,3.	Milieu du maximum de lumière d'une raie très nébuleuse, large de $\frac{3}{4}$ à $\frac{9}{10}$ de division. Plus nébuleuse que 106,5, mais un peu plus brillante.
108,9 environ.		Fin de la bande. Plus nébuleuse que le commencement.

» *Nota.* — Ce spectre se voit ainsi avec une fente d'une ouverture relativement modérée ; quand celle-ci est plus large, les raies 106,5 et 107,8 se confondent en une bande assez brillante ayant son bord gauche un peu plus net que le droit et son milieu placé à environ 107,3 ou 107,4.

Fig. 2.



» La bande 107,3 paraît bien correspondre à une des trois bandes indiquées dans l'un des dessins de A. Mitscherlich; sa formation n'est pas due à un effet de phosphorescence proprement dite, mais à l'illumination de la vapeur d'ammoniaque traversée par la portion positive de la décharge qui s'étale sur le liquide. Avec l'air et une solution inactive, on obtient un disque analogue fournissant le spectre primaire de l'azote.

» Le même spectre de la bande verte 107,3 prend naissance quand on fait éclater l'étincelle d'induction dans la vapeur d'ammoniaque, entre deux fils de platine ; le flux électrique est jaune, mais diffère spectralement de la nappe obtenue à l'air libre, au-dessus d'une solution aqueuse d'ammoniaque, en ce que cette nappe ne donne pas la bande 107,3 et montre assez brillamment les autres raies décrites ci-dessus.

» Avec le gaz humide dégagé par l'ébullition de l'ammoniaque aqueuse, la bande 107,3 est d'autant plus intense qu'on vise un point plus rapproché du pôle positif, et les autres raies se voient très bien, surtout à une certaine distance du fil de platine positif.

» Dans la vapeur d'ammoniaque presque complètement pure et sèche, la bande 107,3 se renforce toujours en allant vers le pôle positif, mais les raies de l'autre spectre sont totalement éteintes, sauf la bande β 95,6-96,6, dont j'ai toujours aperçu une trace très faible. Si l'on introduit quelques bulles d'air sec dans le courant d'ammoniaque gazeuse qui passe entre les électrodes de platine, on voit aussitôt apparaître le spectre des nombreuses raies. C'est donc la présence de l'oxygène qui paraît déterminer la production de ce spectre.

» La bande 107,3 ne se produit pas sur les solutions des sels ammoniacaux exempts de AzH^3 libre; des solutions aqueuses de triméthylamine et de triéthylamine ne me l'ont pas donnée. Avec ces deux derniers composés, il se forme sur le liquide un disque bleuâtre dont le spectre est celui du carbone (flamme bleue du gaz d'éclairage). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Application à l'inoculation préventive du sang de rate, ou fièvre splénique, de la méthode d'atténuation des virus par l'oxygène comprimé.* Note de M. **A. Chauveau.**

« Depuis ma Communication sur l'influence atténuante qu'exerce l'oxygène comprimé sur les cultures virulentes (voir *Comptes rendus*, 1884), je n'ai jamais cessé de m'occuper de ce sujet, soit au point de vue de la vérification des faits scientifiques mis en lumière par mon premier travail, soit au point de vue de l'utilisation de ces faits dans la pratique des inoculations préventives. Ce sont les résultats de cette dernière étude que je vais communiquer tout d'abord.

» Elle a porté sur plusieurs virus; mais il ne sera question ici que du *sang de rate*, ou *fièvre splénique*, ou *fièvre charbonneuse*.

» J'ai employé tantôt des cultures directement atténuées sous pression d'air ou d'oxygène, tantôt des familles de virus dans lesquelles l'atténuation primitivement obtenue, par ce moyen, au degré voulu, se trouve suffisamment fixée pour se transmettre indéfiniment dans les cultures à l'air libre. Toutes ces cultures possèdent, dans une mesure variable suivant les conditions de la préparation, mais toujours suffisante,

les propriétés qui les rendent éminemment propres aux inoculations préventives.

» 1° Une seule inoculation confère une solide immunité;

» 2° Malgré cette activité du virus, il est au moins aussi inoffensif que celui qui est préparé par les autres méthodes;

» 3° Les cultures gardent leurs propriétés plusieurs mois, sans qu'il soit nécessaire de prendre aucune précaution pour assurer leur conservation.

» Chacun de ces points va faire l'objet d'une démonstration spéciale.

» Premier point : *Il suffit d'inoculer une seule fois les animaux pour les préserver d'une manière efficace, soit contre les inoculations expérimentales avec du virus fort, soit contre les effets de la contagion spontanée.*

» Voici les faits qui le démontrent :

» Il a été fait, dans mon laboratoire de l'École vétérinaire, plus de cent inoculations dites vaccinales, depuis l'année dernière : quelques-unes sur des chevaux, plusieurs sur des animaux de l'espèce bovine, le plus grand nombre sur des moutons. Soixante-dix-sept de ces animaux ont été soumis ensuite à une inoculation d'épreuve avec du virus fort, inoculé en même temps à quelques moutons témoins. Ces derniers, au nombre de onze, ont succombé tous, à l'exception d'un seul. Quant aux sujets inoculés préventivement, il n'y eut, parmi eux, qu'une seule perte, après l'inoculation d'épreuve : deux chevaux, deux veaux et soixante-douze moutons y résistèrent parfaitement. L'unique mouton qui mourut du sang de rate, après cette inoculation d'épreuve, appartenait à une série consacrée à l'étude d'une culture vaccinale où l'atténuation avait été poussée fort loin.

» Voyons maintenant les faits prouvant que les animaux inoculés préventivement résistent aussi bien à la contagion spontanée.

» Plusieurs troupeaux de bœufs ou vaches, sous le coup d'une explosion de sang de rate, ont été inoculés, en Suisse, par les soins du Directeur et des professeurs de l'École de Berne, en application de la nouvelle législation sanitaire. Dans tous ces troupeaux, la maladie a cessé d'exercer ses ravages après l'inoculation.

» Un grand troupeau de moutons inoculés, en Provence, par M. Arnaud, vétérinaire à Arles, perdait auparavant, chaque semaine, de quatre à six têtes. Huit jours après la vaccination, cette mortalité cessait comme par enchantement, et quand, un mois plus tard, le troupeau partait pour la transhumance, il n'avait éprouvé aucune nouvelle perte.

» Ce sont là, il est vrai, des preuves de deuxième ordre, car rien ne démontre que la mortalité n'eût pas cessé spontanément dans ces trou-

peaux, en l'absence de toute inoculation préventive. Mais, rapprochées de la preuve expérimentale, ces preuves cliniques deviennent singulièrement démonstratives et apportent à la signification de celles-ci un appoint de grande valeur.

» Deuxième point : *Les cultures atténuées par l'action de l'oxygène comprimé sont aussi inoffensives que les cultures très atténuées obtenues avec les autres méthodes et constituant ce que l'on appelle le premier vaccin charbonneux.* Pour en donner la preuve, il faut établir des distinctions entre les diverses espèces animales soumises aux inoculations et entre les divers degrés d'atténuation qui sont communiqués aux cultures employées pour ces inoculations.

» De tous les animaux capables de servir de réactif de l'activité du virus charbonneux, c'est le cobaye qui est le plus sensible. On obtient cependant très facilement, par les autres méthodes, des virus assez faibles pour ne jamais faire mourir les sujets adultes. Il est beaucoup plus difficile d'arriver à ce résultat avec l'oxygène comprimé. Pour réaliser ce degré d'atténuation, il est nécessaire d'élever la pression aux dernières limites compatibles avec la conservation d'un certain degré d'aptitude prolifique, et de pousser jusqu'à la quatrième génération les cultures faites dans ces conditions; encore le résultat est-il aléatoire.

» Mais ce n'est pas ce résultat qui importe. En effet, l'atténuation du virus utilisable pour les inoculations préventives ne doit pas être poussée au point de les rendre absolument inoffensives pour le cobaye. L'influence préservatrice de l'inoculation est surtout marquée quand cette inoculation a été effectuée avec un virus qui réussit presque toujours à tuer le cobaye, à la dose de un quart de goutte injecté sous la peau.

» Ce qu'il faut établir, c'est que ce virus, qui procure l'immunité au cheval, au bœuf, au mouton, et qui tue généralement le cobaye, n'est pas l'occasion d'accidents sur les sujets que l'inoculation veut préserver.

» Rappelons que c'est à l'oreille que les inoculations sont faites sur le cheval et le bœuf; chez le mouton, c'est à l'oreille ou à la cuisse indifféremment, plus souvent dans cette dernière région.

» Rappelons encore que la quantité de virus inoculé est de 1 goutte sur le mouton, 1 ou 2 gouttes sur le cheval ou le bœuf.

» C'est du virus directement atténué par culture sous pression, à la troisième génération, qui a été inoculé aux animaux des espèces chevaline et bovine, au nombre de plusieurs centaines. Les inoculations ne furent sui-

vies d'aucun accident, sauf la petite tuméfaction et la fièvre passagère qui accompagnent toujours l'opération. Pour être tout à fait exact, je dois dire que, dans l'une des premières séries formant un lot de cinquante à soixante bêtes bovines, l'inoculation fut suivie d'un cas de mort; on l'attribua, sans hésitation, à la maladie naturelle dont l'existence dans le troupeau avait nécessité l'intervention du vaccinateur; mais comme l'autopsie ne fut pas faite avec tout le soin désirable, ce fait reste pour moi un cas suspect.

» Le virus employé sur le mouton provenait, dans l'immense majorité des cas, de cultures plus atténuées, propagées à l'air libre, jusqu'à la troisième, la cinquième, la septième génération. Pour donner une idée de la bénignité de ce virus, je me bornerai à citer l'exemple du troupeau d'Arles, dont j'ai déjà parlé. Ce troupeau se composait de 1800 têtes. Or, dans les huit jours qui suivirent l'inoculation, il n'y eut que huit morts en tout. Si l'on veut bien tenir compte de la mortalité naturelle, qui emportait de quatre à six bêtes par semaine et qui a, bien entendu, continué ses ravages pendant cette période, on reconnaîtra que les pertes causées par l'inoculation préventive ont été absolument insignifiantes.

» Troisième point : *Les cultures les plus atténuées sont encore actives et utilisables très longtemps après qu'elles ont été préparées.* Ainsi, j'ai conservé pendant treize mois des cultures directement préparées dans l'air comprimé; elles avaient encore à peu près la même activité qu'au moment de leur préparation, c'est-à-dire qu'elles tuaient infailliblement le cobaye adulte, en quarante-huit heures environ, et communiquaient une forte immunité au cheval, au bœuf, au mouton.

» Les cultures très atténuées, qui se propagent à l'air libre en conservant leur grande atténuation, ne paraissent pas aptes à une conservation d'aussi longue durée. Cependant, la plus faible d'entre ces cultures possède encore toute son activité au bout de trois mois, tant sous le rapport prolifique qu'au point de vue des effets physiologiques produits par l'inoculation sur l'organisme des animaux. J'estime qu'au bout de six mois la plupart des cultures dont l'atténuation est amenée au degré propre à les faire employer couramment pour la préservation du mouton sont encore assez actives pour être utilisées. J'en ai envoyé à l'Institut agricole du Chili. Elles ne sont arrivées que fort tard, après mille traverses, le navire qui les portait ayant fait naufrage. Au dernier moment, j'apprends qu'elles se sont montrées parfaitement aptes à tuer le cobaye.

» De tout ce qui précède, il résulte que les cultures charbonneuses

dont l'atténuation a été déterminée par l'intervention de l'oxygène comprimé jouissent, au plus haut degré, des avantages qui les rendent propres à concourir à la pratique des inoculations préventives. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *Dupuy de Lôme.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Cloué	obtient.	. . . .	19	suffrages.
M. Grandidier	»	. . . .	18	»
M. de Bussy	»	. . . .	15	»
M. Hatt	»	. . . .	2	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Grandidier	obtient.	. . .	24	suffrages.
M. Cloué	»	. . . .	19	»
M. de Bussy	»	. . . .	12	»

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un scrutin de ballottage.

Le nombre des votants étant 54,

M. Grandidier	obtient.	. . . .	37	suffrages.
M. Cloué	»	. . . . .	17	»

M. **Grandidier**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour la chaire de Mécanique analytique et de Méca-

nique céleste devenue vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Serret*.

(Renvoi aux Sections d'Astronomie, de Géométrie et de Mécanique.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarquables protubérances solaires diamétralement opposées.* Note de M. E.-L. TROUVELOT.

« On sait que les protubérances solaires qui s'élèvent à 3′ ou 4′ de hauteur au-dessus de la photosphère sont déjà très peu communes, et que celles qui dépassent cette hauteur ne s'observent que fort rarement et de loin en loin après des années d'intervalle. Aussi sont-elles pour cela même des objets très intéressants qui méritent d'être signalés.

» Le 26 juin 1885, à $1^h 25^m$, temps moyen de Paris, j'observai une de ces protubérances remarquables qui était située à 59°, sur le limbe oriental du Soleil. Sa partie inférieure, qui était mince, peu brillante et uniquement composée de fines lanières de feu, était fortement inclinée à la surface solaire, et penchait vers son pôle nord. A 3′ de hauteur, cette mince colonne s'épanouissait subitement et devenait brillante et fort compliquée, envoyant des branches entrelacées de toutes les façons, qui, en certains endroits, occupaient 25° à 30° de la circonférence. La hauteur mesurée de cet objet était de 10′, 5, ou environ un tiers de diamètre solaire, mais il n'est pas douteux qu'il était encore plus élevé, car sa partie supérieure, qui était peu lumineuse, s'effaçait graduellement et devenait invisible, non parce qu'elle se terminait là où l'œil cessait de la distinguer, mais bien parce qu'elle était trop sombre pour être reconnue plus loin.

» L'activité de cette protubérance était évidemment décroissante, car son éclat diminuait si rapidement que, quinze minutes après cette première observation, on n'en voyait plus que quelques parties qui étaient restées lumineuses, et qui paraissaient isolées dans l'espace et comme suspendues au-dessus du Soleil, à des hauteurs qui variaient entre 5′ et 9′. Dix minutes plus tard, on n'en distinguait plus aucune trace. Bien qu'elle fût alors invisible, il est évident, d'après la manière dont elle disparut, que cette protubérance existait encore sous une forme plus ou moins modifiée seulement; ayant perdu une grande partie de sa lumière, elle était trop sombre pour pouvoir être distinguée.

» Sur le bord occidental du Soleil, à 239°, c'est-à-dire en un point diamétralement opposé au premier, on voyait une autre protubérance gigan-

tesque dont la hauteur était à peu près égale à celle de la première. Son aspect était arboriforme, et de sa base, qui ressemblait à la racine d'un Pandanus, s'élevait une colonne légèrement ondulée de 5′ de hauteur, perpendiculaire à la surface, et se ramifiant en branches nombreuses qui diminuaient d'éclat à mesure qu'elles s'élevaient, s'effaçant, et pour la plupart devenant invisibles avant que l'on eût reconnu leur sommet.

» Cette flamme était beaucoup plus active que sa compagne de l'antipode, et variait sans cesse d'éclat et de forme. Parfois elle devenait éblouissante, et alors elle déplaçait profondément les raies de l'hydrogène. Comme sa compagne du limbe est, elle appartenait évidemment au type éruptif seulement; tandis que celle-ci était en pleine activité éruptive, celle de la première commençait à décroître. Bien que ne correspondant pas exactement sur le limbe avec des taches solaires, elle était cependant en rapport avec elles, car elle s'élevait dans le voisinage d'un groupe de taches assez important qui était alors situé sur le limbe. La protubérance du limbe oriental ne correspondait probablement avec aucune tache, car la première fois que je pus observer le Soleil, le surlendemain, 28 juin, je n'en découvris aucune; seulement, je constatai l'existence d'un groupe important de facules qui occupait l'endroit où j'avais observé cette protubérance.

» Bien que la hauteur de 460000^{km}, à laquelle s'élevaient ces protubérances, soit quelque chose de colossal, cependant ce n'est pas tant cette hauteur qui en fait des objets remarquables, car on a déjà observé des protubérances solitaires qui étaient encore plus élevées que celles-ci. C'est surtout parce qu'elles étaient deux et qu'elles se sont montrées simultanément sur des points diamétralement opposés du Soleil qu'elles acquièrent une réelle importance, car elles semblent indiquer qu'une relation existait entre elles. En effet, étant connue l'extrême rareté des protubérances qui atteignent d'aussi grandes hauteurs, il paraît infiniment peu probable que la rencontre simultanée de deux objets aussi peu communs, sur des points diamétralement opposés, soit fortuite, ou due à une simple coïncidence. Il est plus vraisemblable de penser qu'il existait entre elles une relation soit directe, soit indirecte, et qu'elles obéissaient à une même cause.

» On savait déjà que les grandes protubérances se montrent assez fréquemment aux extrémités d'un même diamètre, et l'on soupçonnait même qu'il existait entre elles une relation; mais, comme ces objets occupent souvent une étendue en longitude assez considérable sur le Soleil, il devenait difficile de reconnaître si leur rencontre en des points diamétralement opposés étaient de simples coïncidences, ou bien si elles étaient en relation

et obéissaient à une même cause. L'observation du 26 juin semble être en faveur de la dernière supposition. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques formules de la théorie des courbes gauches.* Note de M. PH. GILBERT, présentée par M. Jordan.

« M. Léon Lecornu a donné, au *Compte rendu* de la séance du 11 mai dernier, pour la distance ε d'un point M' d'une courbe gauche à la sphère osculatrice au point voisin M, l'expression

$$\varepsilon = \frac{ds^4}{24\rho}\left(\frac{R'T'}{RT} + \frac{R''}{R} + \frac{1}{T^2}\right),$$

et diverses autres qu'il a déduites de celle-là. Peut-être est-il à propos de rappeler que M. Ruchonnet, de Lausanne, a donné (le premier, je pense) une expression équivalente à celle-ci

$$\varepsilon = \frac{ds^3\, ds_1}{24\rho RT} \quad (^1),$$

où ds_1 est l'élément de l'arête de rebroussement de la surface polaire, et que, dans le même Recueil, après avoir rectifié une erreur que j'avais commise, j'ai donné la formule équivalente

$$\varepsilon = \frac{R'\, ds^4}{24\rho RT^2} \quad (^2)$$

comme conséquence des formules générales que je possède depuis longtemps. Ces formules conduisent, par exemple, à l'expression suivante de la différence entre un arc infiniment petit MM' et sa projection sur le plan osculateur

$$\frac{1}{40}\frac{ds^5}{R^2T^2};$$

elle est donc du cinquième ordre. »

(1) *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2e série, t. IX, p. 457.
(2) *Ibid.*, t. XII, p. 132.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe cubique Cremona.* Note de M. L. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Dans une précédente Communication (20 octobre 1884), nous avons défini le groupe cubique Cremona. Soit

$$S = | z_i \quad \varphi_i(z_1, z_2, z_3) |, \qquad i = 1, 2, 3$$

une substitution cubique d'un pareil groupe. Les diverses cubiques du réseau

$$\sum_i u_i \varphi_i = 0, \qquad u_i = \text{const. arbitraire}$$

auront un point double commun fixe ω et quatre points d'intersection fixes. Si le point ω est le même pour toutes les substitutions cubiques du groupe, le groupe sera dit de *première catégorie*. Il sera de *seconde catégorie* si le point ω varie d'une substitution à une autre. Je ne m'occuperai aujourd'hui que de la première catégorie.

» Théorème. — *Tout groupe cubique* G *d'ordre fini est isomorphe à un groupe linéaire* Γ *d'ordre fini, à deux variables. A la substitution unité de* Γ *correspond dans* G *un sous-groupe* g, *dit* normal, *qui a une des sept formes suivantes :*

» I. *Le groupe* g *se réduit à la substitution unité ; il y a holoédrie entre* G *et* Γ.

» II. *Le groupe* g *se compose des deux substitutions dérivées de*

$$A = | z_1 z_2 z_3 \quad z_1 z_3 \quad z_2 z_3 \quad z_1 z_2 |, \quad A^2 = 1.$$

» III. *Le groupe* g *se compose des deux substitutions dérivées de*

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(p z_3 + z_1 z_2) \\ z_2 & z_2(p z_3 + z_1 z_2) \\ z_3 & -z_1 z_2 (z_3 + P) \end{vmatrix}, \quad A_2^2 = 1,$$

où p *et* P *sont des formes linéaires binaires en* z_1, z_2, *dont les coefficients dépendent de ceux de* Γ.

» IV. *Le groupe* g *se compose des quatre substitutions dérivées de*

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_2 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(z_3 - z_2) \\ z_2 & z_2(z_3 - z_2) \\ z_3 & z_2(z_3 - z_1) \end{vmatrix}, \quad \begin{matrix} A^2 = 1, \quad B^2 = 1, \\ AB = BA. \end{matrix}$$

» V. *Le groupe g se compose des quatre substitutions qui dérivent de*

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_2 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(pz_3 + z_1 z_2) \\ z_2 & z_2(pz_3 + z_1 z_2) \\ z_3 & -z_1 z_2(z_3 + P) \end{vmatrix}, \quad \begin{matrix} A^2 = 1, \quad B^2 = 1, \\ AB = BA; \end{matrix}$$

p et P sont des fonctions linéaires en z_1, z_2, dont les coefficients dépendent de ceux de Γ.

» VI. *Le groupe g se compose des quatre substitutions qui dérivent de*

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_2 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(pz_3 + Pz_1) \\ z_2 & z_2(pz_3 + Pz_1) \\ z_3 & -z_1(Pz_3 + pz_2) \end{vmatrix}, \quad \begin{matrix} A^2 = 1, \quad B^2 = 1, \\ AB = BA, \end{matrix}$$

p et P étant définis comme au groupe précédent.

» VII. *Le groupe g se compose des quatre substitutions dérivées de*

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(pz_3 + z_1 z_2) \\ z_2 & z_2(pz_3 + z_1 z_2) \\ z_3 & -z_1 z_2(z_3 + P) \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(qz_3 + z_1 z_2) \\ z_2 & z_2(qz_3 + z_1 z_2) \\ z_3 & -z_1 z_2(z_3 + Q) \end{vmatrix},$$

$$A^2 = 1, \quad B^2 = 1, \quad AB = BA;$$

p, P, q, Q sont définis, comme au type V, *avec l'identité*

$$2z_1 z_2 = pQ + qP.$$

» Voici maintenant la correspondance qui existe entre la nature de g et celle de Γ :

» Si g appartient au type III, V, VII, II, IV, VI, le groupe à deux variables linéaire Γ est tétraédrique ou octaédrique, dérivé de σ et de τ :

$$\sigma = \begin{vmatrix} z_1 & R_1 z_1 \\ z_2 & R_2 z_2 \end{vmatrix}, \quad \tau = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \end{vmatrix}, \quad R_i^m = 1.$$

» Si g est du type IV ou VI, $m = 3$.

» Les groupes cubiques d'ordre fini sont assez nombreux (une trentaine). Je ne donnerai que ceux qui résultent de la combinaison d'un groupe normal avec un groupe linéaire G′ à trois variables. Voici le tableau des groupes les plus généraux de cette espèce, le système des coordonnées étant convenablement choisi pour chacun d'eux.

» Le type I ne fournit qu'un groupe linéaire et G se confond avec G′; les types II et IV fournissent des groupes quadratiques déjà étudiés dans une précédente Communication (3 mars 1884).

» Le type III fournit les deux groupes suivants : le premier (six substi-

tutions) dérive de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(z_1 z_3 + z_2^2) \\ z_2 & z_2(z_1 z_3 + z_2^2) \\ z_3 & -z_2(z_2 z_3 + z_1^2) \end{vmatrix}, \quad s = \begin{vmatrix} z_1 & \theta z_1 \\ z_2 & \theta^2 z_2 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad \theta^3 = 1;$$

le second (huit substitutions) dérive de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(z_1 z_3 + z_2^2) \\ z_2 & z_2(z_1 z_3 + z_2^2) \\ z_3 & -(z_2^2 z_3 + z_1^3) \end{vmatrix}, \quad s = \begin{vmatrix} z_1 & -z_1 \\ z_2 & i z_2 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad i^2 + 1 = 0.$$

» Le type V fournit le groupe suivant (huit substitutions) dérivé de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_2 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(z_1 z_3 + z_2 z_3 + z_1 z_2) \\ z_2 & z_2(z_1 z_3 + z_2 z_3 + z_1 z_2) \\ z_3 & -z_1 z_2(k z_3 + z_1 + z_2) \end{vmatrix}, \quad t = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix},$$

» Le type VI fournit le groupe suivant (vingt-quatre substitutions) dérivé de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_2 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(z_1 z_3 + z_2^2) \\ z_2 & z_2(z_1 z_3 + z_2^2) \\ z_3 & -z_2(z_2 z_3 + z_1^2) \end{vmatrix}, \quad s = \begin{vmatrix} z_1 & \theta z_1 \\ z_2 & \theta^2 z_2 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad t = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix},$$

» Le type VII fournit le groupe suivant (vingt-quatre substitutions) dérivé de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1(z_1 z_3 + z_2 z_3 + z_1^2 + z_2^2 - z_1 z_2) \\ z_2 & z_2(z_1 z_3 + z_2 z_3 + z_1^2 + z_2^2 - z_1 z_2) \\ z_3 & -(z_1^2 z_3 + z_2^2 z_3 - z_1 z_2 z_3 - 2 z_1^3 - 2 z_2^3) \end{vmatrix},$$

$$s = \begin{vmatrix} z_1 & \theta z_1 \\ z_2 & \theta^2 z_2 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad t = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad \theta^3 = 1.$$

» Pour achever la théorie des groupes cubiques, il reste à étudier les groupes de la seconde catégorie et à examiner le cas où plusieurs points d'intersection fixes du réseau

$$\sum u_i \varphi_i = 0 \quad (i = 1, 2, 3),$$

indiqué ci-dessus, se rapprochent infiniment. Ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur les propriétés réductrices du pyrogallol : action sur les sels de fer et de cuivre.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **G. Linossier.**

« Le pyrogallol en présence des sels ferreux développe une coloration bleu-indigo foncé, et, en présence des sels ferriques, une coloration rouge-brun ; tel est le fait que constatent, sans l'expliquer davantage, la plupart des Traités de Chimie.

» Dans deux Notes présentées à l'Académie des Sciences (¹), M. Jacquemin a analysé ces réactions et est arrivé aux conclusions suivantes :

» La couleur bleue ne se développe pas quand on met en présence, à l'abri de l'air, du pyrogallol et un sel ferreux. Elle se produit au contraire quand le sel ferreux renferme une trace de sel ferrique ou quand l'air intervient pour transformer le ferrosum en ferricum. *La combinaison bleue est donc essentiellement le produit de la réaction du pyrogallol sur les sels ferriques, une combinaison pyrogalloferrique.*

» En présence d'un excès du sel ferrique, cette couleur bleue vire au rouge-brun, si l'acide du sel est minéral ; elle reste au contraire inaltérée, si l'acide est organique. Pour expliquer ce fait, M. Jacquemin propose plusieurs hypothèses, dont aucune ne nous paraît satisfaisante.

» Amenés à reprendre cette étude, nous donnons de la formation de la belle matière colorante bleue une tout autre interprétation fondée sur les expériences suivantes (ces expériences ont été effectuées sur des solutions étendues, de manière à mieux apprécier les phénomènes de coloration.)

» I. *Pyrogallol et sels ferreux.* — Une solution bouillie de sulfate ferreux et une solution de pyrogallol dans l'eau bouillie sont introduites, à l'abri de l'air, dans une éprouvette pleine de mercure. Il ne se développe aucune coloration. L'introduction d'un peu d'oxygène dans l'éprouvette provoque la formation de la combinaison bleue.

» L'oxygène, absorbé dans cette réaction, s'est-il porté sur le sel ferreux ou sur le pyrogallol? Sur le sel ferreux, pense M. Jacquemin. Sur le pyrogallol, disons-nous. Dans ce cas-là, la matière colorante bleue est le produit de la réaction du pyrogallol oxydé sur le sel ferreux. En effet :

» (*a*) Si dans l'expérience précédente on introduit au contact du sel ferreux non plus du pyrogallol, mais du pyrogallol légèrement oxydé, tel qu'on peut l'obtenir en agitant à l'air une solution de pyrogallol dans

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 593, et t. LXXVIII, p. 1155.

de l'eau très peu alcaline, de l'eau ordinaire, par exemple, le corps bleu se produit immédiatement.

» (*b*) L'oxygène n'a pu se porter sur le sel ferreux pour le transformer en sel ferrique, car les sels ferriques ne peuvent exister en présence du pyrogallol qui les réduit instantanément. Dans un mélange de sel ferrique et de pyrogallol en excès, le sulfocyanate de potassium ne produit aucune coloration, le succinate d'ammonium aucun précipité; le ferricyanure de potassium détermine au contraire la formation d'un précipité bleu. Nous nous sommes d'ailleurs assurés que, dans les conditions de l'expérience, le ferricyanure n'est pas transformé en ferrocyanure par le pyrogallol.

» II. *Pyrogallol et sels ferriques.* — Une solution de perchlorure de fer bouillie et une solution de pyrogallol dans l'eau bouillie sont introduites à l'abri de l'air dans une éprouvette pleine de mercure. La coloration bleue se produit fugitivement pour faire place presque instantanément à une coloration rouge-brun foncé. Un alcali fait reparaître la couleur bleue et, employé en excès, la fait virer au violet. Que s'est-il passé?

» Nous savons, par les expériences précédentes, que le pyrogallol s'est oxydé en présence du sel ferrique devenu sel ferreux. Les éléments constituants de la combinaison bleue, pyrogallol et sel ferreux, sont ainsi mis en présence; mais la combinaison est destructible par les acides énergiques et, dans la réduction, du chlorure ferrique de l'acide chlorhydrique a été mis en liberté

$$Fe^2Cl^6 + H^2O = 2FeCl^2 + O + 2HCl.$$

» La couleur rouge-brun que l'on constate dans ces conditions est simplement celle du pyrogallol oxydé, quel qu'ait été, d'ailleurs, l'agent d'oxydation.

» Pour permettre la formation de la combinaison bleue, il est nécessaire de saturer l'acide, ou par un alcali, ou par un sel alcalin à acide peu énergique, borate, acétate, etc.

» Les acides peu énergiques ne détruisent, en effet, qu'en grand excès ou pas du tout la combinaison bleue. On peut prévoir l'énergie de leur action d'après les données thermiques, fait si bien mis en relief par M. Berthelot (1) pour l'action des acides sur les réactifs colorés en général.

» Si, dans les expériences de M. Jacquemin, les sels ferriques organiques donnent immédiatement, sans l'intervention d'un alcali, la colora-

(1) *Comptes rendus*, 1885, p. 207.

tion bleue au contact du pyrogallol, c'est que l'acide mis en liberté dans la réaction n'est pas assez énergique pour produire la destruction de la combinaison.

» Nous avons donc rattaché l'action du pyrogallol sur les sels ferriques à une de ses propriétés essentielles, la propriété réductrice qu'il manifeste en présence des oxydants et notamment d'un grand nombre de sels métalliques, or, argent, cuivre, etc. Son oxydation est progressive et les termes en sont multiples. Nous en connaissons quelques-uns : la purpurogalline de A. Girard, la pyrogalloquinone. D'autres restent à isoler et, parmi ceux-ci, le corps qui fournit avec les sels ferreux une combinaison bleue.

» Ce corps est un produit intermédiaire d'oxydation ou de déshydrogénation, susceptible de subir au contact de l'air une oxydation plus profonde : un courant d'air dirigé dans le liquide bleu provoque assez vite la décoloration de la liqueur et la précipitation d'un corps noir que M. Jacquemin considère comme du tannomélanate de fer.

» Si l'on additionne le pyrogallol d'un excès de perchlorure de fer, on n'obtient plus par l'action d'un alcali le beau corps bleu, mais bien ce même précipité noir. Un excès du corps oxydant a provoqué une oxydation trop profonde.

» III. *Pyrogallol et sels de cuivre.* — Nous avons comparé plus haut l'action du pyrogallol sur les sels de fer à son action sur les autres sels métalliques. Voici, pour justifier notre comparaison, comment il se comporte avec les sels de cuivre.

» 1° En présence du chlorure cuivreux ammoniacal, le pyrogallol ne développe à l'abri de l'air aucune coloration. L'introduction d'une bulle d'oxygène provoque le développement d'un composé brun-noir foncé.

» 2° En présence du sulfate cuivrique, le pyrogallol provoque la réduction immédiate du sel cuivrique en sel cuivreux (on peut s'en rendre compte par l'iodure de potassium qui, versé dans le mélange, en précipite de l'iodure cuivreux tout à fait exempt d'iode en liberté). Un alcali ajouté au mélange y développe immédiatement, même à l'abri de l'air, la coloration noire. Cette coloration vire au rouge par un excès d'ammoniaque et est détruite par l'acide chlorhydrique.

» 3° Dans l'acétate cuivrique, la coloration noire se produit instantanément au contact du pyrogallol sans addition d'alcali.

» Le parallélisme ne saurait être plus complet entre les réactions des sels de fer et les réactions des sels de cuivre.

» Nous avons isolé la matière colorante bleue ferrugineuse; nous poursuivons en ce moment l'étude de sa composition et de ses propriétés. »

CHIMIE. — *Sur la dissolution acétique des hyposulfites alcalins.* Note de M. E. MATHIEU-PLESSY, présentée par M. Pasteur.

« I. L'acide acétique n'exerce qu'une faible action décomposante sur les hyposulfites de sodium et de potassium.

» II. Une dissolution saturée à froid d'hyposulfite de sodium additionnée de la moitié de son volume d'acide acétique à 8° n'abandonne pas plus de $1\frac{1}{2}$ pour 100 de soufre, pendant le temps nécessaire (trois ou quatre jours) pour arriver à cristallisation à la température de 20° à 25°.

» III. Cette dissolution, dans laquelle l'hyposulfite est à l'acide acétique dans la proportion d'environ 1^{at} pour 2, c'est-à-dire tout ce que le sodium exige d'acide acétique, donne de beaux cristaux, plus nets, plus volumineux que ceux obtenus avec une dissolution aqueuse équivalente comme contenance en hyposulfite.

» IV. Cette dissolution acide d'hyposulfite en présence du magnésium donne, en s'échauffant, un tumultueux dégagement de gaz, qui est un mélange d'hydrogène et d'acide sulfhydrique, sans que le dépôt de soufre soit plus abondant que dans le cas de la dissolution froide.

» V. Enfin les hyposulfites alcalins, même en dissolution dans l'acide acétique monohydraté, offrent en quelque sorte une stabilité suffisante pour qu'il soit permis de les rapprocher en cela des sulfates.

» Et ainsi le fait consigné dans cette Note semble favorable, au point de vue qui représente l'acide $S^2O^3H^2$ comme un acide sulfurique substitué. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau mode de dosage du cadmium.* Note de MM. AD. CARNOT et P.-M. PROROMANT, présentée par M. Troost.

« Lorsqu'à la dissolution neutre d'un sel de cadmium on ajoute une certaine quantité de phosphate disodique, il se forme un précipité floconneux de phosphate de cadmium; ce sel se transforme aisément, par addition de quelques gouttes d'une solution d'ammoniaque, en un produit cristallin, rappelant par son aspect l'anthracène ou la naphtaline, et qui ne tarde pas à se déposer au sein de la liqueur bouillante en tables minces d'un blanc nacré. Séché dans le vide de la trompe, ou à 40° environ, ce sel corres-

pond à la formule d'un phosphate ammoniaco-cadmique

$$PO^5, 2CdO, AzH^4O + 2HO.$$

» Calciné au rouge franc, il se décompose en perdant son ammoniaque, et sa formule est alors celle d'un pyrophosphate $PO^5, 2CdO$.

» M. H. Tamm ayant essayé, il y a longtemps déjà, d'appliquer ce mode de précipitation au dosage du zinc, il nous a paru intéressant de vérifier si l'on pouvait tirer parti de cette réaction pour doser le cadmium ; l'oxyde de ce métal formant avec les alcalis, moins facilement que l'oxyde de zinc, des combinaisons salines, on pouvait espérer un meilleur résultat que celui qu'a obtenu le chimiste dont nous citons le Travail.

» La méthode de production du phosphate ammoniacal de cadmium, telle que nous venons de l'indiquer, convenait mal pour le but que nous voulions poursuivre. On remarque en effet qu'en opérant ainsi la transformation est lente, et de plus la nécessité d'ajouter un notable excès d'alcali constituait une cause d'inexactitude assez importante.

» Aussi avons-nous employé le sel de phosphore, conseillé pour la première fois par M. F. Mohr à propos du dosage de la magnésie.

» L'observation de l'habile analyste a été utilisée, comme on le sait, par M. Fleischer pour différents dosages volumétriques, par M. Ford pour le dosage du manganèse et, dans ces derniers temps, par MM. Pisani et Dirwell pour la séparation et le dosage du cobalt en présence du nickel.

» L'expérience nous a indiqué qu'il était avantageux d'opérer en présence d'une quantité notable de chlorure d'ammonium. Ce sel facilite la réaction qui sert de base à ce travail et rend la précipitation complète. Si l'on néglige cette précaution, on peut remarquer que l'hydrogène sulfuré manifeste une légère trace de cadmium dans la liqueur séparée du sel ammoniacal, ce qui n'a pas lieu en opérant comme nous l'indiquons.

» Le sel de phosphore doit être employé en excès; des quantités variables de ce composé ne paraissent pas influer sur le résultat du dosage.

» Voici les conditions dans lesquelles nous nous sommes toujours placés : 26^{cc} d'une solution contenant $19^{gr},840$ de cadmium par litre ont été additionnés de 25^{cc} d'une solution de chlorure d'ammonium saturée à froid. Le tout ayant été porté à l'ébullition, on y a ajouté 50^{cc} d'une dissolution de sel de phosphore saturée comme la première; on avait eu soin au préalable d'élever sa température à 60° environ. Dans ces conditions, le précipité floconneux qui se produit d'abord se transforme en moins de deux minutes en phosphate ammoniacal. On laisse bouillir

quelques instants et, lorsqu'on s'aperçoit que le sel est bien formé, on laisse refroidir la liqueur. On filtre alors, on lave à l'eau froide, ce qui est fort aisé à cause de l'état cristallin du précipité, et finalement on sèche à 100°. Le précipité nacré se détache du filtre avec une facilité singulière et d'une manière si parfaite, qu'il est presque superflu d'incinérer ce dernier, qui, en définitive, apporte plus d'inexactitude par les cendres qu'il abandonne que par la perte des traces de cadmium qu'il peut retenir. Le produit obtenu, calciné au rouge franc dans un petit creuset de porcelaine, laisse comme résidu un sel d'un blanc éclatant, peu hygrométrique et nullement volatil au rouge : c'est le pyrophosphate de cadmium; 100 parties contiennent Cd = 56,2819. Ce sel fond au rouge vif, aussi est-il inutile de le porter à cette température, afin d'éviter son adhérence au creuset.

» Les résultats sont très exacts, comme le prouvent les chiffres suivants : Un dosage de cadmium, à l'état de sulfure, effectué avec une rigueur aussi grande que possible, en évitant les surcharges dues à l'eau et au soufre que peut retenir le sulfure de cadmium précipité et séché, nous a fourni le chiffre Cd S = 0,638; d'où Cd = 0,496.

» Le même volume de la même liqueur, en employant la méthode que nous proposons, nous a donné $PO^5 2 CdO$ = 0,8814, d'où Cd = 0,496. Comme on peut le voir, les nombres concordent rigoureusement.

» Il est superflu d'ajouter que la méthode qui consiste à employer la précipitation à l'état de phosphate ammoniacal est bien plus rapide, plus certaine et évite surtout les pertes inévitables qui provenaient toujours soit de la volatilité du sulfure de cadmium, assez importante à haute température, soit de la volatilité du cadmium métallique provenant de la réduction d'un peu du sulfure par le charbon du filtre.

» Il nous restait à étudier certaines conditions spéciales du dosage, en présence ou en l'absence du chlorure d'ammonium et des acétates alcalins.

» Nous avons fait par conséquent certains dosages comparatifs portant sur un même volume de liqueur cadmique :

» 1° Avec du sel de phosphore seul (sans chlorure d'ammonium);

» 2° En présence de chlorure d'ammonium;

» 3° En présence d'acétate de soude.

» Un dosage à l'état de sulfure avait donné Cd = 150; en employant le sel de phosphore et le chlorure d'ammonium, nous avons trouvé Cd = 150; sans chlorure d'ammonium, Cd = 0,148; enfin, en présence d'acétate de sodium, Cd = 0,144. Comme on le voit, la présence du chlorhydrate d'ammoniaque rend l'insolubilité plus complète; il est en même temps

avantageux d'éviter que la liqueur dans laquelle on précipite le cadmium contienne un excès notable d'acétates alcalins.

» Les effets que nous venons de signaler sont encore plus marqués avec l'acétate d'ammonium qu'avec le sel sodique correspondant; ce résultat était du reste certain *a priori*.

» En présence d'acide acétique libre, le dosage deviendrait inexact, et le serait d'autant plus que la proportion d'acide serait plus considérable.

» Nous cherchons en ce moment à obtenir le pyrophosphate et le métaphosphate ammoniacal; nous comptons également essayer l'action des arséniates alcalins en présence d'ammoniaque et étudier le parti qu'on peut tirer de la méthode que nous venons de signaler pour la séparation du cadmium d'avec quelques oxydes métalliques; ces faits, déjà fort avancés, feront l'objet d'une Note prochaine et compléteront ces recherches analytiques, dont nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé pour la recherche et le dosage rapide de faibles quantités d'acide nitrique dans l'air, l'eau, le sol, etc.* Note de MM. **Al. Grandval** et **H. Lajoux**, présentée par M. Chatin.

« *Principe du procédé.* — Il repose sur la transformation du phénol en acide picrique par l'action de l'acide nitrique et sur l'intensité de coloration que possède le picrate d'ammoniaque.

» Pour effectuer le dosage d'un nitrate en dissolution, on forme avec lui du picrate d'ammoniaque par la méthode que nous allons indiquer et l'on compare, à l'aide du colorimètre de Duboscq, la teinte obtenue à celle fournie par un liquide type.

» Ce procédé nécessite l'emploi d'une solution sulfophénique et d'une liqueur titrée de nitrate de potasse.

» Le réactif sulfophénique se prépare en mélangeant :

Phénol pur	3^{gr}
Acide sulfurique monohydraté	37
	40

» La solution titrée de nitrate de potasse renferme par litre $0^{gr},936$ de ce sel, quantité correspondant à $0^{gr},50$ d'acide nitrique AzO^5.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de docimasie de l'École des Mines.

» *Pratique de l'analyse.* — Supposons que l'on ait à doser un nitrate pur en solution aqueuse.

» On verse, dans une capsule de porcelaine, un volume V de cette liqueur et l'on évapore à siccité au bain-marie; on laisse refroidir et l'on ajoute au résidu un excès du réactif sulfophénique, en ayant soin de le promener, à l'aide d'un agitateur, sur toute la paroi de la capsule, afin qu'aucune parcelle du résidu n'échappe à la réaction. On ajoute ensuite quelques centimètres cubes d'eau distillée, puis un excès d'ammoniaque; on obtient ainsi une solution de picrate d'ammoniaque, que l'on étend d'eau distillée, pour rétablir le volume V.

» On opère de la même façon sur un égal volume de la solution titrée de nitrate de potasse, en ayant soin de ramener à ce volume V la solution de picrate obtenue. On compare ensuite, comme nous l'avons dit, les deux liquides colorés, au moyen du colorimètre de Duboscq.

» Soient H et H' les hauteurs des colonnes liquides correspondant, la première, au liquide sur lequel on effectue le dosage, et la seconde au liquide titré.

» Soient x le poids d'acide nitrique cherché et p celui qui renferme le volume V de la solution titrée; on a

$$(\alpha) \qquad \frac{x}{p} = \frac{H'}{H}, \quad \text{d'où} \quad x = p\frac{H'}{H}.$$

» Il faut remarquer ici que la différence de titre en acide nitrique des deux liqueurs que l'on compare ne doit pas être exagérée, sinon, les deux teintes étant trop différentes, il pourrait arriver que l'une des deux échelles de l'instrument ne fût pas suffisante; aussi, pour éviter les tâtonnements, nous avons préparé, avec des solutions de nitrate de potasse à divers titres, des liquides colorés formant une échelle de teintes, parmi lesquelles nous choisissons celle qui se rapproche le plus de la teinte obtenue avec la substance soumise à l'analyse.

» Il est évident qu'il n'est pas nécessaire que les volumes des liquides soient égaux; il peut arriver que le liquide fourni par l'analyse ait une couleur trop faible pour que l'on puisse compléter le volume V de la liqueur type : on en fait donc un volume v et, dans ce cas, la quantité d'acide nitrique sera donnée par la formule

$$(\beta) \qquad x = p\frac{H'}{H}\frac{V}{v}.$$

» *Sensibilité du procédé.* — Les nombreuses expériences que nous avons faites prouvent que l'on peut doser l'acide nitrique contenu dans une liqueur avec une approximation telle, que l'on peut compter *au moins* sur la cinquième décimale. Notre procédé s'applique à de très faibles quantités, puisque nous pouvons doser l'acide nitrique contenu dans $\frac{1}{40}$ de centimètre cube de notre liqueur normale. Cette quantité étant de $0^{gr},0000125$, nous avons trouvé $0^{gr},0000120$.

» *Applications.* — Les expériences suivantes ont uniquement pour but de montrer le parti que l'on peut tirer de notre procédé, à la fois si rapide, si simple et si exact qu'il peut être pratiqué par la personne la moins familiarisée avec les manipulations délicates de l'analyse chimique. C'est à ces titres divers qu'il se recommande naturellement aux observateurs des stations météorologiques.

» *Air.* — Nous faisons passer 50^{lit} d'air dans un tube à boules renfermant 10^{cc} d'une eau additionnée d'une petite quantité de carbonate de soude pur. Cette eau est évaporée à sec, et le résidu traité directement. En général, l'air ne renferme que des traces d'acide nitrique qui, cependant, serait quelquefois dosable, en employant un aspirateur de plus grande dimension. Par un temps orageux, la quantité d'acide nitrique augmente naturellement. Parmi les expériences que nous avons faites, nous citerons les suivantes :

14 juin 1885		Traces d'acide nitrique.
15 juin 1885.	Entre 3^h et 4^h de l'après-midi. Temps orageux, tonnerre, éclairs. Grande pluie le matin.	$0^{gr},000288$ d'acide AzO^5 par mètre cube.
15 juin 1885.	Entre 6^h et 7^h de l'après-midi. Temps remis au beau.	Traces d'acide nitrique.
16 juin 1885.	Entre 3^h et 4^h de l'après-midi. Pas de pluie, mais menace d'orage.	$0^{gr},000299$ d'acide AzO^5 par mètre cube.

» *Eau de pluie d'orage.* — Nous ne citerons ici que deux expériences faites le même jour, 17 juin 1885 :

	Acide AzO^5 par litre.
	gr
1° Eau recueillie dans les vingt premières minutes de la pluie	0,00194
2° Eau recueillie dans les vingt minutes suivantes	0,000948

Eaux potables.

	gr
1° Eau de la source qui alimente les fontaines de Reims; moyenne de dix-sept expériences faites en mars et juin 1885	0,00914
Quantité maxima	0,01281

	Acide AzO^5 par litre.
Quantité minima.	0,00464
2° Eau d'un puits servant à l'alimentation d'une machine à vapeur et altérant les robinets.	0,2015
3° Eau d'un puits de Reims dont l'eau est employée pour les usages domestiques.	0,0105

» *Nota.* — Pour le dosage de l'acide nitrique dans les eaux, nous opérons sur 10^{cc} d'eau seulement; l'évaporation d'une si petite quantité d'eau est rapide, et, en conduisant plusieurs essais à la fois, on peut faire cinq à six dosages d'acide nitrique en une heure environ. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la formation des terres nitrées dans les régions tropicales.* Note de MM. **A. Muntz** et **V. Marcano**, présentée par M. Schlœsing.

« On trouve fréquemment, dans les pays intertropicaux, des terres nitrées, incomparablement plus riches en nitrates que les sols les plus fertiles de nos contrées. Les voyageurs qui ont parcouru ces pays, et particulièrement Al. de Humboldt et M. Boussingault, ont attiré l'attention sur les terres nitrées de l'Amérique du Sud.

» Nous avons eu l'occasion d'étudier un grand nombre de ces terres et nous avons pu nous rendre compte des conditions de leur formation. Les échantillons ont été prélevés, par l'un de nous, dans diverses parties du Vénézuéla, sur les contreforts de la Cordillère, dans les vallées du bassin de l'Orénoque, ainsi que sur le littoral de la mer des Antilles.

» Les terres nitrées sont très abondantes dans cette région, où elles couvrent de grandes surfaces. Leur composition est très variable; mais dans toutes on rencontre du carbonate et du phosphate de chaux, et de la matière organique azotée. Le nitre s'y trouve toujours à l'état de nitrate de chaux.

» Ces terres nitrées sont surtout abondantes autour de cavernes, dont quelques-unes ont été décrites par Al. de Humboldt, et qui servent de refuge à des oiseaux ou à des chauves-souris. Les déjections de ces animaux, ainsi que leurs cadavres, s'accumulent dans ces cavernes et forment de véritables gisements de guano ou de colombine, qui déborde et se répand à l'entour et qui, là où elle se trouve en contact avec la roche

calcaire, et où l'accès de l'air est suffisant, nitrifie rapidement, sous l'influence de la température élevée de ces climats.

» Ce guano est formé presque entièrement de débris d'insectes, fragments d'élytres, écailles d'ailes de papillons, etc., réunis là par millions de mètres cubes. La nitrification graduelle de ce guano s'observe autour de ces grottes ; le nitrate rayonne pour ainsi dire tout à l'entour, quelquefois à des distances de plusieurs kilomètres. On saisit donc là, en pleine formation, le gisement de nitrate. En certains points, le sol renferme des quantités assez grandes de nitrate de chaux pour être converti en une pâte plastique par ce sel déliquescent. Voici quelques exemples de ces transformations, se rapportant à la grotte de la Marguerite, près de Agua Blanca :

	Guano de l'intérieur de la grotte.	Terre prise à l'extérieur de la grotte.	Terre plus éloignée de la grotte.
	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
Azote organique......	11,74	2,41	0,80
Azotate de chaux.....	0,00	3,03	10,36
Acide phosphorique...	3,68	1,15	6,10

» Dans certaines terres on a trouvé plus de 30 pour 100 de nitrate de chaux.

» La nitrification s'accomplit sous l'influence d'un organisme microscopique qui ressemble à celui que MM. Schlœsing et Müntz ont trouvé dans les terres des pays tempérés, mais dont la grosseur est notablement plus grande et sur lequel nous reviendrons plus tard.

» Là où l'on trouve simultanément les débris de la vie animale et le nitre qui se produit à leurs dépens et où l'on peut, en quelque sorte, suivre pas à pas la transformation de la matière azotée, aucune autre cause que la nitrification, par les ferments organisés, ne peut être invoquée pour expliquer la formation du gisement de nitre. Mais, dans un grand nombre de ces terres nitrées, disséminées dans toute l'étendue des parties chaudes de l'Amérique du Sud, la matière organique est à un état de transformation trop avancé pour qu'on puisse affirmer, à première vue, son origine animale. C'est le cas des gisements qui remontent à des époques éloignées et dans lesquels l'apport de matières nitrifiables a été interrompu depuis un long temps. Nous n'aurions pas le droit d'attribuer une semblable origine au nitre de ces terres, si nous n'y avions trouvé constamment de notables quantités de phosphate de chaux, derniers témoins d'une vie ani-

male antérieure, débris d'os que leur structure fait encore reconnaître. Ainsi, partout où nous avons trouvé les nitrates, nous avons aussi trouvé le phosphate qui atteste leur origine.

» La coexistence du nitrate et du phosphate, sur laquelle nous nous appuyons principalement pour démontrer l'origine animale du nitre, offre le moyen de reconnaître si ce dernier s'est formé sur place. En effet, quand le nitre a été enlevé par les eaux et qu'il s'est concentré, par évaporation, dans un autre endroit, il s'est séparé du phosphate qui l'accompagnait primitivement. Nous appliquerons cette donnée à la théorie de la formation des gisements de nitrate de soude.

» Le ferment de la nitrification existe dans tous ces sols et témoigne également d'une origine organique.

» Nous voyons ainsi une analogie complète entre les terres nitrées dont l'origine animale est visible, puisque la transformation se continue sous nos yeux, et celles dans lesquelles la matière organique a déjà été en grande partie oxydée et où, par suite, la production de nitre est ralentie.

» Les terres dans lesquelles la matière organique a presque disparu sont généralement moins riches en nitrates, ce qui est à attribuer à la végétation et à l'action des eaux pluviales, qui tendent à les appauvrir. Nous donnons quelques chiffres indiquant leur composition :

	Los Morros de San Juan pour 100.	Parapara pour 100.	El Encantado pour 100.
Nitrate de chaux	2,85	3,50	0,62
Phosphate de chaux	1,43	3,56	0,99
Azote organique	0,15	0,27	0,21

» Il ne paraît pas que l'origine animale des gisements de nitre dans les pays chauds soit imposée à l'esprit par les données qui avaient été recueillies jusqu'à ce jour, puisque l'électricité atmosphérique, dont l'énergie est si grande dans les régions équatoriales et qui peut opérer, sur le parcours de l'étincelle, la combinaison de l'azote et de l'oxygène, a été fréquemment invoquée comme la cause de la formation des dépôts de nitrates, par la combinaison de l'acide nitrique, produit dans l'air, avec les bases du sol.

» Nos observations permettent d'attribuer une origine purement animale à ces nitrates. Leur localisation, la présence constante de grandes quantités de phosphates, celle de l'organisme nitrifiant, enfin la constatation des phénomènes qu'on peut observer dans les dépôts en voie de formation, ne laissent aucune place à l'hypothèse d'une intervention de l'électricité.

» Mais, si l'électricité atmosphérique n'est pas la cause immédiate de la formation des accumulations de nitre, elle peut, dans une certaine mesure, être regardée comme en étant la cause indirecte; car l'acide nitrique formé par les orages fournit de l'azote aux plantes et celles-ci servent d'aliment aux animaux. Ces derniers concentrent l'azote dans leurs tissus et dans leurs excréments, et les résidus de la vie, réunis en divers points par les habitudes de certains animaux, se transforment en nitre sous l'influence d'un organisme microscopique et peuvent produire ces accumulations, dans des terres qui ne sont que rarement soumises à l'action des eaux pluviales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition et la fermentation du sucre interverti.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. Paul Bert.

« Dans la séance du 15 juin dernier, M. Maumené a fait, relativement à quelques points de mes recherches « sur la fermentation alcoolique d'un mélange de plusieurs sucres », certaines critiques qui, si elles étaient fondées, pourraient faire supposer que j'ai entrepris cette étude sans avoir connaissance des discussions que ces différents points ont soulevées antérieurement. Les faits que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie, et que j'avais cru ne pas devoir publier, montreront que ces discussions étaient présentes à mon esprit. Ils montreront en outre que, si, en particulier, je me suis décidé à ne pas tenir compte de quelques-unes des opinions de M. Maumené, je ne l'ai fait qu'après avoir acquis, par l'expérience, la conviction qu'elles sont inadmissibles.

» D'après mon savant contradicteur, j'aurais admis, dans mes recherches, deux points qui sont inexacts, à savoir : 1° que le sucre interverti se compose uniquement de glucose et de lévulose à équivalents égaux; 2° que la fermentation est élective.

» Le sucre interverti, dont je me suis servi dans mes expériences, était préparé en maintenant pendant vingt minutes, au bain-marie à 100°, une solution de 75^{gr} de sucre de canne, dans un litre d'eau additionné de 5^{gr} d'acide sulfurique. On laissait refroidir, puis on neutralisait par de l'eau de baryte.

» Dans une de ces préparations, 100^{cc} de solution renfermaient $7^{gr},403$ de sucre réducteur. En supposant que ce sucre n'est formé que de glucose

et de lévulose, on trouve, en appliquant la formule ([1]), qu'il est composé de glucose, $3^{gr},805$; lévulose, $3^{gr},598$.

» Dans une deuxième préparation, la solution sucrée renfermait $7^{gr},498$ de sucre réducteur décomposable, toujours d'après la formule, en glucose, $3^{gr},864$, lévulose, $3^{gr},634$.

» Si l'on réfléchit que la lévulose se détruit à chaud en présence des acides minéraux, et même à la température ordinaire, en présence des alcalis, on comprendra qu'une petite portion de lévulose doit disparaître dans la manipulation, et l'on arrivera à cette conclusion que le sucre interverti est bien composé de parties égales de glucose et de lévulose. C'est d'ailleurs la conclusion formelle de Ed. Lippmann ([2]), qui a étudié récemment le sucre interverti préparé avec l'acide carbonique, c'est-à-dire sans l'intervention d'agents destructeurs.

» Cependant, en raison de l'autorité que s'est acquise M. Maumené, dans l'étude des sucres, les expériences qui précèdent n'avaient pas entraîné ma conviction.

» J'ai donc commencé par étudier la fermentation d'un mélange à parties égales de glucose et de lévulose préparés à l'état de pureté.

» J'ai comparé ensuite à cette fermentation celle du sucre interverti. Les deux fermentations s'étant effectuées de la même manière, il m'a paru démontré par là définitivement que c'est avec raison que presque tous les chimistes considèrent, contrairement à l'opinion de M. Maumené, le sucre interverti comme composé uniquement de glucose et de lévulose à équivalents égaux.

» Quant à l'argument tiré par M. Maumené de ce fait qu'on ne peut retirer du sucre interverti à l'état de glucosate de chlorure de sodium que le quart du glucose qui devrait s'y trouver, d'après la théorie de ses adversaires, je l'aurai réduit à sa juste valeur en faisant remarquer qu'on en peut extraire directement et facilement à l'état pur et anhydre plus de la moitié ([3]), c'est-à-dire le double de ce qu'il en sépare par son procédé.

» Enfin, en dernier lieu, M. Maumené me fait admettre qu'il y a élection. Il me suffira de rappeler la conclusion générale de mon travail d'après laquelle l'*expression* « fermentation élective » *doit être abandonnée, puisque la*

([1]) *Voir*, pour cette formule, *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 17 avril, p. 221; 1885.

([2]) *Berichte der deutsch. Chem. Gesellsch.*, t. XIII, p. 1822.

([3]) Par le procédé de Soxhlet (*J. für prakt. Chemie*, t. XXI, p. 227).

levure ne manifeste aucune préférence, pour montrer que ce chimiste s'est trompé à cet égard.

» J'ai donné comme titre à mes Communications : *De la fermentation élective,* parce que l'expression a cours dans la Science. Mais un titre n'est pas une conclusion, et je ne puis que m'étonner que M. Maumené ait découvert dans mon travail le contraire de ce qui s'y trouve réellement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la zymase du jéquirity.* Note de MM. **J. Béchamp** et **A. Dujardin.**

« Depuis quelques années les ophthalmologistes ont constaté l'activité phlogogène des macérations des graines de jéquirity. Cette propriété a d'abord été attribuée à une bactérie ou bacille. MM. Bruylants et Venneman ont tenté de prouver qu'elle était due non à un microbe, bactérie ou micro-organisme quelconque, mais à un principe immédiat soluble, une zymase appelée *jéquiritine*. Cette zymase, ils l'ont isolée de la graine par infusion, après germination ; ils ont démontré l'activité phlogogène de sa solution, ils l'ont même analysée, « bien que, disent-ils, » nous ne soyons pas parvenus à purifier complètement la jéquiritine. »

» Nous avons cherché à lever la contradiction qui nous paraissait exister entre ces deux assertions.

» MM. Bruylants et Venneman ont cru que la jéquiritine se formait seulement pendant la germination, comme la diastase de l'orge. En réalité, cette zymase existe dans la graine de l'*Abrus precatorius* avant toute germination ; de plus, nous nous sommes assurés que la substance isolée par ces savants n'était, en effet, pas pure.

» En premier lieu, nous avons tâché d'isoler la zymase à l'état de pureté, soit de la graine germée, soit de la graine non germée. En second lieu, nous avons essayé de découvrir s'il n'y aurait pas quelque relation entre les propriétés de cette zymase et les microzymas du jéquirity, puisque les zymases sont, en général, produites par les microzymas.

» 1° *Extraction de la jéquiritizymase des graines non germées.* — Les graines, décortiquées et broyées, macérées dans l'eau, fournissent une solution qui est précipitée par l'alcool à 95°. Le précipité, essoré, se redissout en presque totalité dans l'eau. La solution, limpide et incolore, contient une substance dont le pouvoir rotatoire est compris entre

$$[\alpha]_j = 53°,86 \searrow \quad \text{et} \quad [\alpha]_j = 55°,0 \searrow ;$$

mais c'est le pouvoir rotatoire d'un mélange, car en ajoutant, avec précaution, de l'acide acétique à la liqueur, on en précipite un corps analogue à la légumine. Et si, à la solution séparée de ce précipité, l'on ajoute de l'alcool, il se sépare une nouvelle substance, soluble dans l'eau, dont le pouvoir rotatoire est

$$[\alpha]_j = 66^\circ{,}8 \searrow :$$

c'est la jéquiritizymase, physiologiquement active et douée de la puissance phlogogène.

» Au contraire, le précipité fourni par l'acide acétique, analogue à la légumine, est insoluble dans l'eau; il se dissout dans le carbonate d'ammoniaque, et le pouvoir rotatoire dans cette solution est

$$[\alpha]_j = 51^\circ{,}8 \searrow .$$

» Cette substance est d'ailleurs dépourvue de la propriété phlogogène.

» 2° *Extraction de la jéquiritizymase des graines germées.* — Le traitement est le même que pour les graines non germées.

Pouvoir rotatoire du précipité par l'alcool (mélange).	$[\alpha]_j = 46^\circ{,}96 \searrow$
Pouvoir rotatoire de la jéquiritizymase, séparée du précipité par l'acide acétique, physiologiquement active..	$[\alpha]_j = 58{,}8 \searrow$
Pouvoir rotatoire de la substance séparée par l'acide acétique, analogue à la légumine, en solution dans le carbonate d'ammoniaque........................	$[\alpha]_j = 51{,}5 \searrow$

» La jéquiritizymase de l'une ou l'autre préparation, séchée à l'étuve, est légèrement jaunâtre; elle est soluble dans l'eau et la solution ne coagule pas par la chaleur; elle fluidifie l'empois de fécule.

» La jéquiritizymase, isolée des graines germées, a un pouvoir rotatoire plus faible que l'autre.

» Dans une prochaine Note, nous démontrerons que les microzymas du jéquirity possèdent exactement les mêmes propriétés que la jéquiritizymase. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production de l'hydrate de magnésium cristallisé (brucite artificielle) et de l'hydrate de cadmium cristallisé.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« On admet généralement que les hydrates de magnésium et de cadmium sont parfaitement insolubles dans les alcalis. Des recherches que j'ai entreprises récemment montrent que ces hydrates se dissolvent en quantité notable dans une solution de potasse caustique fortement concentrée et portée à une température élevée. Par le refroidissement de cette dissolution, les hydrates se déposent sous la forme de cristaux très nets.

» Pour préparer l'hydrate de magnésium cristallisé, je dissous 12^{gr} de chlorure de magnésium cristallisé $MgCl^2 + 6Aq$ dans 60^{cc} d'eau, j'ajoute 340^{gr} de potasse (j'ai employé de la potasse à l'alcool renfermant un excès d'eau d'environ 13 pour 100) et je chauffe jusqu'à ce que l'hydrate de magnésium soit complètement dissous, ce qui arrive à 210°-220°.

» En laissant refroidir la solution, qui est parfaitement limpide, elle se prend en une masse solide qu'on traite par l'eau et l'on sépare ainsi les cristaux de l'hydrate de magnésium. On peut aussi opérer la dissolution de l'hydrate de magnésium à une température moins élevée, si l'on augmente la quantité de potasse. Ainsi il faut ajouter, à la dissolution de 12^{gr} de $MgCl^2 + 6Aq$ dans 60^{cc} d'eau, 430^{gr} de potasse pour obtenir une solution limpide à 180°. L'hydrate de magnésium qui se dépose par le refroidissement de cette dissolution est aussi nettement cristallisé. Si l'on remplace la potasse par la soude dans les opérations précédentes, l'hydrate de magnésium ne se dissout pas, mais il se transforme rapidement en petits cristaux. Pour opérer cette transformation à 180°, il faut prendre, sur 12^{gr} de $MgCl^2 + 6Aq$, dissous dans 116^{cc} d'eau, environ 265^{gr} de soude caustique anhydre.

» L'hydrate de magnésium cristallisé se dissout facilement dans les acides et dans une solution concentrée de chlorure d'ammonium à chaud. Chauffés au rouge, les cristaux perdent leur eau de constitution en conservant leur forme extérieure. Leur poids spécifique est égal à 2,36 à 15°. La composition des cristaux préparés au moyen de la potasse a été vérifiée par l'analyse, qui a fourni les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé.
MgO................	68,62	69,0
H^2O................	30,42	31,0
	99,04	100,0

» Pour préparer l'hydrate de cadmium cristallisé, je dissous 10gr d'iodure de cadmium, CdI^2, dans 150cc d'eau, j'ajoute 360gr de potasse renfermant un excès d'eau de 13 pour 100, et je chauffe (¹) jusqu'à ce que l'hydrate de cadmium soit complètement dissous, ce qui arrive à environ 135°. La plus grande partie de l'hydrate de cadmium se dépose en cristaux par le refroidissement de la liqueur, mais un peu de cet hydrate reste en dissolution, même après refroidissement complet de la liqueur, et il se précipite à l'état de flocons amorphes si l'on étend la dissolution par l'eau sans l'avoir abandonnée d'abord à un repos prolongé. On doit donc laisser reposer pendant douze heures le produit de l'opération avant de commencer le traitement par l'eau nécessaire à la séparation de l'hydrate de cadmium, pour obtenir toute la quantité de celui-ci à l'état de cristaux. En substituant la soude à la potasse dans l'opération que je viens de décrire, je n'obtiens pas d'hydrate de cadmium cristallisé.

» L'hydrate de cadmium cristallisé se présente sous l'aspect de lamelles blanches d'un éclat nacré. Il se dissout facilement dans les acides et dans une solution de chlorure d'ammonium. Chauffés légèrement, les cristaux perdent leur eau de constitution sans que leur forme extérieure change. Leur densité est 4,79 à 15°. Leur composition est celle de l'hydrate de cadmium, ainsi que le montrent les nombres suivants, donnés par l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
CdO................	87,52	87,67
H^2O................	12,32	12,33
	99,84	100,00

» L'hydrate de cadmium, comme celui de magnésium, se présente en prismes hexagonaux réguliers, très aplatis, d'environ 0mm,2 de diamètre. Vus à plat au microscope en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés, l'un et l'autre demeurent éteints dans toutes les positions. En lumière polarisée convergente, ils présentent la croix des cristaux à un axe. »

(¹) Pendant cette opération, il faut agiter constamment, parce que, sans cette précaution, les couches inférieures du liquide prennent une température si élevée que l'hydrate de cadmium se transforme en partie en oxyde noir cristallisé, qu'il est très difficile de redissoudre.

MINÉRALOGIE. — *Sur le diagnostic des zéolithes en l'absence de formes cristallines déterminables.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par **M. Fouqué.**

« Les zéolithes forment une famille de minéraux très abondants. Beaucoup d'entre elles sont fréquemment fibreuses ou sphérolithiques, ou, lorsqu'elles sont dépourvues d'allongement, remplissent complètement de petites cavités des roches vacuolaires.

» En l'absence de formes cristallines mesurables au goniomètre, leur détermination est longue et difficile, un essai chimique ne permettant pas toujours de distinguer entre elles ces différentes espèces.

» En employant les divers procédés optiques mis en œuvre par la Minéralogie moderne, j'ai cherché à établir pour chacune de ces espèces un diagnostic qui permît de les spécifier d'une façon rapide et exacte.

» Pour chacune d'elles, on a passé en revue le système cristallin, le clivage, la direction d'allongement, la situation et la grandeur relative des indices de réfraction (le signe de la zone d'allongement qui en résulte), les extinctions rapportées à la zone d'allongement, la situation du plan des axes optiques et de la bissectrice, et le signe de cette dernière, enfin l'écartement des axes et la biréfringence maximum, c'est-à-dire la différence entre le plus grand et le plus petit indice de réfraction. Ces propriétés optiques ont été complétées par des essais microchimiques.

» En combinant les caractères obtenus par ces diverses recherches, et en mettant en relief les analogies et les différences qu'ils présentent pour chacune des zéolithes, on arrive facilement à les distinguer.

» Le résumé de ces diagnostics ainsi établis dépassant les limites d'une Note, je me contenterai d'exposer successivement et pour l'ensemble de la famille quelques-uns des plus importants caractères.

» *Biréfringence.* — La biréfringence permet de diviser en deux groupes les zéolithes fibreuses.

» Dans le premier, la biréfringence est voisine de celle du péridot (0,036) et les teintes de polarisation correspondant à une épaisseur de $0^{mm},02$ sont, pour ces minéraux, celles du deuxième ordre. Pectolite (0,0379), prehnite (0,0336), thomsonite (0,0273).

» Dans le second groupe, la biréfringence est voisine de celle du quartz (0,0092) et les teintes de polarisation varient du gris de fer au blanc de

premier ordre. Mésotype (0,0119), stilbite (0,0093), okénite (0,091), laumonite (0,009), scolésite (0,0083), heulandite (0,0066).

» Quant aux zéolithes dépourvues d'allongement, elles ont une biréfringence très faible, n'atteignant même pas celle du quartz et à peine sensible pour quelques-unes d'entre elles, l'analcime par exemple.

» *Système cristallin. Extinctions, clivages, allongement.* — Les zéolithes fibreuses appartenant au système orthorhombique ont leurs extinctions parallèles à l'arête d'allongement. — Prehnite (allongement suivant l'arête pg^1), thomsonite, mésotype, okénite (allongement suivant l'arête *mm*).

» Les autres zéolithes fibreuses sont monocliniques et l'extinction varie avec les espèces. — Pectolite (allongement suivant l'arête ph^1, et par suite extinctions parallèles à cette arête), scolésite (0° à 16°), laumonite (0° à 45°), épistilbite (0° à 9°), stilbite (0° à 8°). Ces dernières zéolithes sont allongées suivant l'arête *mm*.

» Les clivages faciles sont toujours parallèles à l'allongement.

» On peut joindre aux zéolithes fibreuses trois espèces monocliniques se présentant en petits cristaux allongés, la christianite et l'harmotome suivant pg^1, la brewstérite suivant l'arête *mm*.

» *Plan des axes.* — Le plan des axes est parallèle à l'allongement dans toutes les zéolithes orthorhombiques, sauf la thomsonite dans laquelle il est situé transversalement.

» Dans les zéolithes monocliniques, le plan des axes fait toujours un angle plus ou moins grand avec l'arête d'allongement sans lui être jamais perpendiculaire (la heulandite exceptée).

» *Signe de l'allongement.* — Dans la thomsonite et la heulandite, le plan des axes étant transversal à l'allongement, le signe de cet allongement sera tantôt positif, tantôt négatif. Il en sera de même pour la laumonite à cause du grand angle que fait le plan des axes avec l'unité d'allongement.

» L'allongement est positif dans la pectolite et la mésotype; négatif dans la prehnite, la scolésite, l'okénite, l'épistilbite, la stilbite et dans quelques variétés de heulandite, dans lesquelles le plan des axes est parallèle à l'allongement.

» *Signe de la bissectrice.* — Elle est positive dans la pectolite, la pechnite, la thomsonite, la mésotype, l'okénite, la heulandite, la christianite, l'harmotome et la heustérite. Elle est négative dans la scolésite, la laumonite, l'épistilbite et la stilbite.

» Au point de vue chimique, deux des zéolithes fibreuses ne contiennent pas d'alumine (pectolite, okénite); cinq sont calciques (prehnite, laumo-

nite, okénite, stilbite, heulandite). La mésotype seule est exclusivement sodique. La pectolite, la thomsonite, la scolésite et l'épistilbite renferment de la chaux et de la soude. La christianite renferme de la chaux, de la potasse et parfois de la soude; l'harmotome, de la baryte; la brewstérite, de la baryte et de la strontiane.

» Quant aux zéolithes dépourvues d'allongement, l'apophyllite, la dolianite, l'analcime, la chalasie, la levyne, la gmelinite sont uniaxes; l'eudnaphite, orthorhombique; la herschelite et la gismondine, monocliniques (?).

» La biréfringence est presque nulle dans l'analcime et l'eudnaphite, elle est très faible dans les autres espèces.

» La chalasie présente des clivages et des formes rhomboédriques très caractéristiques. Sa biréfringence maximum est 0,0028. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau groupement réticulaire de l'orthose de Four-la-Brouque (Puy-de-Dôme).* Note de M. F. GONNARD, présentée par M. Daubrée.

« M. Mallard a montré que l'hémitropie parallèle de l'orthose, connue sous le nom de macle de Carlsbad, n'est, pour ainsi dire, qu'une hémitropie approximative, l'arête m/m, autour de laquelle s'est effectuée la rotation d'un des cristaux composants par rapport à l'autre, n'étant pas un axe binaire, mais seulement quasi binaire.

» J'ai trouvé récemment, parmi des cristaux d'orthose de Four-la-Brouque, un groupement non encore décrit, à ce que je crois du moins, et qui indique que l'arête m/m n'est pas seulement un axe quasi binaire, mais aussi quasi ternaire, conformément à l'opinion émise par M. Mallard (*Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. VII; 1884), et, par conséquent, quasi sénaire.

» Dans ce groupement, en effet, les deux cristaux d'orthose constituant la macle sont assemblés de telle sorte que l'arête m/m de l'un coïncide avec l'arête m/g^1 de l'autre; la face g^1 visible de celui-ci et une des faces m du premier forment deux plans parallèles très rapprochés, à peine distants de $\frac{1}{10}$ de millimètre; les deux autres faces m superposées ne sont pas exactement parallèles; ce qu'on peut prévoir, l'angle de m sur g^1 étant de 120°36′, et celui de m sur m de 118°48′; mais la différence, qui est de 1°48′, est à peine sensible à l'œil nu.

» Si donc l'on considère les deux cristaux dans la position de la mâcle

de Carlsbad, l'un deux, pour occuper celle qu'il a dans le groupement ci-dessus décrit, a tourné, autour de l'axe quasi binaire, du supplément de l'angle de m sur g^1, c'est-à-dire de 59°24′, nombre voisin de 60°; en d'autres termes, si l'on prend deux cristaux d'orthose disposés parallèlement l'un à l'autre, il faut faire tourner l'un d'eux de près de 120° autour de l'arête m/m, pour obtenir ce groupement réticulaire. L'arête m/m est donc un axe quasi ternaire; étant déjà un axe quasi binaire, elle est, comme je l'ai dit précédemment, un axe quasi-sénaire. »

GÉOLOGIE. — *Sur la position de quelques roches ophitiques dans le nord de la province de Grenade.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Hébert.

« La grande route qui relie Grenade à Jaén pénètre, non loin d'Iznalloz, dans un massif calcaire. Ces montagnes font partie de la chaîne jura-crétacée qui, de Gibraltar à Murcie, longe au nord les terrains anciens de la Cordillère bétique.

» Nous savons que de nombreux pointements ophitiques jalonnent cette bande de terrains secondaires dans les provinces de Cadix [1], de Malaga et de Grenade; ils forment ainsi, entre les affleurements éruptifs anciens des environs de Malaga au sud et ceux de la Sierra Morena, de Linarès, au nord, une troisième série de filons et de dykes plus récents, situés généralement au sein des couches gypsifères du Trias. Nous avons eu l'occasion d'étudier aux environs de Noalejo et de Campotejar un certain nombre de ces filons signalés sous le nom de *diorites* par M. Gonzalo y Tarin [2]. Ces roches ont pénétré incontestablement dans les assises du terrain jurassique; les conditions dans lesquelles on les rencontre sont les suivantes:

» Les environs de la Venta de las Brajas sont constitués, presque exclusivement, par les calcaires marneux du Lias supérieur et du Néocomien. Le Toarcien se compose là de marno-calcaires bien lités d'un gris très clair, alternant avec des marnes schisteuses. Ces couches renferment de nombreuses Ammonites du groupe des *Harpoceras* : *Am. radians, bifrons, Levisoni*, etc. La présence de ces bancs donne aux collines qui bordent la route une teinte blanchâtre très caractéristique. En examinant de près les abords de la Venta, l'on ne tarde pas à remarquer au milieu des champs

---

(1) Ces ophites ont été, comme on sait, l'objet de remarquables études de la part de M. Macpherson.

(2) Gonzalo y Tarin, *Reseña fisica y geologica de la provincia de Granada*. Madrid, 1881.

un certain nombre de taches foncées, causées par des affleurements de roches éruptives appartenant au groupe désigné habituellement sous le nom d'*ophites*. Les débris de ces roches jonchent le sol sous la forme de boules ou de miches rougeâtres à l'extérieur et présentant une structure écailleuse.

» La route coupe quelques-uns de ces accidents et montre qu'il y a là de véritables filons traversant les assises du Lias supérieur. A quelques centaines de mètres au sud de la Venta de las Brajas, les tranchées permettent d'observer un filon de porphyrite labradorique et augitique pénétrant dans les calcaires marneux à *Am. radians* et englobant un bloc à Bélemnites (*voir* la coupe n° 1). La roche éruptive est entourée d'une auréole de marne

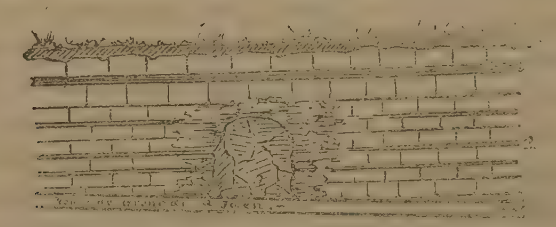


Coupe n° 1. Relevée entre la Venta de las Brajas et Campotejar.

1. Calcaire marneux et marnes à *Am. radians.*
a. Bloc de calcaire marneux à *Bélemnites,* pareil au précédent, enclavé dans la roche éruptive.
2. Porphyrite labradorique et augitique (voir la diagnose de cette roche, p. 79)
3. Marne à cristaux de gypse et rognons de silex vert.
4. Terre végétale.

foncée à petits cristaux de gypse et rognons de silex vert caractéristiques.

» Les dykes de roches ophitiques sont également très nombreux au



Coupe n° 2. Relevée entre Zegri et la Venta de las Navas.

1. Calcaire marneux en bancs réguliers et marnes à *Am. bifrons.*
2. Ophite.
3. Marne foncée à cristaux de gypse et quartz, formant auréole à l'ophite.
4. Terre végétale.

voisinage de la Fabrica de Nuestra Señora del Carmen, où ils traversent encore nettement le Toarcien fossilifère. Il en est de même plus au sud,

entre Zegri et la Venta de las Navas; l'ophite se rencontre là dans les couches à *Am. bifrons*, toujours accompagnée de marnes verdâtres avec gypse et quartz (voir coupe n° 2).

» Plus au nord, près du petit village de Montillana, existent des affleurements étendus de calcaires marneux alternant avec des marnes schisteuses. Ces couches, fortement ondulées, représentent le Lias supérieur (*A. Levisoni, A. radians*) et la zone à Am. Murchisonæ (*A. Murchisonæ*). On y voit d'une façon incontestable des dykes d'ophites engagés dans les assises fossilifères. La roche éruptive dans laquelle M. Michel Lévy [1] a

---

[1] M. Michel Lévy a bien voulu examiner les échantillons que j'ai recueillis aux environs de Campotejar et de Noalejo. Voici les observations que m'a transmises le savant pétrographe :

1. *Échantillon de Montillana.* — Roche pénétrant dans le Lias supérieur. Diabase à structure ophitique (très belle, à assez grands cristaux).

Structure : Roche entièrement cristalline, composée de :

Éléments de première consolidation : fer titané en grilles hexagonales.

Eléments de seconde consolidation : cristaux d'oligoclase allongés suivant pg^1 et surtout aplatis suivant g^1. Mâcle de l'albite. La roche est riche en feldspath. Grandes plages de pyroxène englobant les microlites précédents; il est brunâtre avec ses deux clivages bien marqués; pas de tendance à passer au diallage; passe par décomposition à de l'actinote finement radiée, puis à la chlorite et même à la calcite. Un exemple d'épigénie du pyroxène en biotite.

Résumé : diabase andésitique à structure ophitique bien franche à assez gros grains; *tout à fait à paralléliser avec les ophites des Pyrénées.*

2. *Échantillon de Montillana.* — Roche identique à la précédente, renfermant plus de chlorite.

3. *Échantillon de Montillana.* — Idem.

4. *Échantillon de Montillana.* — Les microlites d'oligoclase encore nettement visibles, beaucoup plus allongés que précédemment, douze fois plus longs que larges; la mâcle de l'albite et celle de Karlsbad y apparaissent.

Fer oxydulé et titané en traînées rectilignes très allongées. Pyroxène entièrement transformé en chlorite et calcite remplissant les interstices des microlites feldspathiques. La roche paraît avoir eu, avant sa décomposition par les actions secondaires, une structure porphyritique et non plus ophitique. C'est bien une roche de contact refroidie plus brusquement.

5. *Echantillon de la Venta de las Brajas,* traversant les couches du Lias supérieur à *Am. radians* (voir coupe n° 1). — Porphyrite labradorique et augitique à structure mi-partie ophitique, mi-partie microlithique.

Éléments de première consolidation : grands cristaux de labrador présentant les mâcles de l'albite et de Karlsbad. Fer oxydulé.

Éléments de deuxième consolidation : microlites de Labrador, magma vitreux rempli de

reconnu une diabase andésitique à structure ophitique, tout à fait à paralléliser avec les ophites des Pyrénées, englobe des fragments du calcaire liasique. Il s'est développé dans les bancs voisins du Lias de nombreux silex verts.

» Entre Montillana et Noalejo, l'ophite est accompagnée d'amas de fer oxydulé. Ce minerai a été exploité.

» Les roches de Montillana et de la Venta de las Brajas appartiennent, par conséquent, incontestablement à la série ophitique; ce sont bien des roches éruptives, elles sont en place, non remaniées, et pénètrent en dykes et en filons dans les assises du Lias supérieur. La nature et la position de ces filons, la façon dont ils ont modifié la roche encaissante écartent de prime abord toute hypothèse qui tendrait à expliquer par une dislocation postérieure le contact de l'ophite et des bancs liasiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des éruptions pyroxéno-amphiboliques (diorites et ophites) de la sierra de Peñaflor, la genèse de l'or de ces roches et sa dissémination.* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Hébert.

« *Roches pyroxéno-amphiboliques.* — A la séance du 24 mars 1884, j'ai signalé à l'Académie des Sciences un singulier gisement d'or en Andalousie en relation avec des roches pyroxéno-amphiboliques, verdâtres ou noirâtres, composées d'amphibole et de pyroxène, en cristaux ou en pâte, associées à un feldspath blanc, rosé ou verdâtre, du sixième système; elles passent à la structure et aux formes de l'*amphibolite*, de la *diorite* et de la *serpentine*. Ces roches, qui ont surgi au contact du calcaire et des schistes siluriens, épanchées en buttes, depuis le Retortillo au Guadalbacar, forment

---

grilles rectangulaires de fer oxydulé. Le silicate magnésien entièrement transformé en chlorite; certaines plages, primitivement de pyroxène, sont encore lardées de microlites de labrador; certaines autres pourraient à la rigueur présenter des sections appartenant au péridot (?).

6. *Echantillon de même provenance*, même roche que la précédente. — Augite conservée par places.

7. *Echantillon de silex vert*, s'étant développé dans les assises du Lias supérieur au voisinage d'un filon d'ophite. Montillana. — Principalement composé d'opale extrêmement éteinte entre les nicols croisés. Quelques très petits sphérolithes calcédonieux très imprégnés d'opale. Quelques fines aiguilles d'actinote clairsemées.

8. *Minerai de fer* exploité au voisinage des filons d'ophite de Montillana. — Fer oxydulé avec quelques impuretés (calcite et quartz).

des dykes puissants sur les deux versants de la petite chaîne de Peñaflor et de la Puebla de los Infantes; elles s'étendent bien au delà, au nord-est, vers Hornachuelas et Cordoba à l'ouest et au nord-ouest vers Constantissa, etc. La petite Sierra, dont la direction générale est est-ouest, avec une inclinaison sud, est constituée par des roches anciennes ayant pour substratum un gneiss passant à un micaschiste anti-silurien; pour assises, des schistes, des quartzites, calcaires magnésiens, calcaires cristallins; pour revêtement, un calcaire tertiaire marin (miocène supérieur) fossilifère avec *Pecten jacobeus*, *P. latissimus*, des *Ostracées* de grande taille, des *Foraminifères*, des *Echinides*, entre autres un *Clypeaster*, *C. altus*, ou voisin de celui-ci; ce calcaire tertiaire s'élève sur les hauteurs de la Sierra et pénètre dans son axe. Au-dessous des calcaires marins avec *Pecten*, *Clypeaster*, au pied même des buttes de l'amphibolite, se trouve un conglomérat caractéristique contenant des débris d'Ostracées (*Ostrea crassissima*) et des *cailloux roulés* de ces mêmes roches pyroxéno-amphiboliques dont l'éruption a eu une longue durée; elles ont commencé à surgir avant le miocène supérieur, leur éruption s'est continuée durant l'âge du miocène supérieur et s'est terminée avec le pliocène supérieur, date du retrait de la mer et de la formation de la vallée du Guadalquivir. Ces sources hydro-minérales basiques qui ont joué un rôle dans les métallisations de cette région ont continué durant la période pliocène et l'âge quaternaire, elles ont amené au jour des masses alumino-magnésiennes qui se trouvent même sur les sommités de la Sierra, et contribué à former les terres rouges *ferro-alumineuses aurifères*.

» *Amas et remplissages de contact.* — Ces roches pyroxéno-amphiboliques ont coupé et métamorphisé les sédiments paléozoïques, et particulièrement les calcaires siluriens qui sont devenus cristallins, fortement relevés, même renversés ou ouverts en éventail. Aux points de contact de la roche d'épanchement et du calcaire ancien, celui-ci a été pénétré de cristaux silicatés (amphibole, etc.), de pyrites, etc.; les fentes ou crevasses ont été remplies par des substances métallifères, principalement par des minerais de fer (oligiste, magnétite, limonite), des sulfures de fer, de cuivre, des sulfures et arsénio-sulfures de nickel (nickeline, linnéite, mellerite, disomose) qui se décomposent en arséniate vert de nickel (annabergite), des tellurures aurifères (mullerine, sylvanite, etc.); tous ces minéraux avec de l'or natif et de l'or combiné. Ces amas en poches irrégulières, inconstants, sans continuité, superficiels ou de peu de profondeur, où le fer domine, sont des accidents. Les fentes ouvertes dans le calcaire silurien n'ont pas été seule-

ment remplies par des substances métallifères, mais aussi, en certains endroits (cerro Santos), par le phosphate de chaux concrétionné. Le quartz a été rare dans ces manifestations où l'or se montre, il est ici un accident.

» *Terres rouges ferro-aurifères, dissémination de l'or.* — Ces terres rouges n'ont pas été formées par sédimentation ni par transport; elles se trouvent sur les sommités de la Sierra et sont constituées en partie par des débris de la roche sous-jacente. Partout où la roche pyroxéno-amphibolique apparaît, les terres colorées en rouge contiennent de l'or libre ou combiné; également partout où le calcaire cristallin est en contact ou au voisinage de la diorite, les mêmes terres rouges contiennent de l'or; enfin les terres des parties basses et les alluvions formées par la destruction ou le transport des éléments de la Sierra contiennent aussi de l'or. La terre rouge ferro-alumineuse est le véritable minerai aurifère. 1^{lit} de cette terre rouge criblée pèse de $1^{kg},400$ à $1^{kg},500$, soit 1400^{kg} à 1500^{kg} au mètre cube; 1^{lit} perd par débourbage $0^{lit},7$ environ d'argile et laisse un résidu sablonneux de $0^{lit},3$ qui pèse de 400^{gr} à 410^{gr}. Enfin, en lavant ce résidu, on obtient un sable noir caractéristique, constitué en grande partie par de la magnétite, contenant aussi oligiste, ilménite, zircon, rutile, tellurure d'or, or combiné, or natif (au titre de 992 à 993, contenant argent, palladium, rhodium) en petites paillettes, grains ou poudre fine. L'or est disséminé d'une manière inégale dans les terres rouges; nous estimons à environ $10\,000^{ha}$ la surface actuellement connue par nous de sol aurifère de la région de Peñaflor, tora del Rio et la Puebla.

» *Genèse de l'or.* — Le sable noir contient tous les minéraux qui se trouvent dans les roches pyroxéno-amphiboliques, et ces minéraux y ont conservé intactes leurs formes cristallines (angles solides, faces), ce qui exclut l'hypothèse d'un broyage naturel ou d'un transport : il résulte de la désagrégation superficielle des diorites et amphibolites. L'or natif ou combiné du sable noir a la même origine que ce sable, il provient de la roche éruptive (diorite et amphibolite) qui l'a amené de l'intérieur à la surface sous diverses combinaisons ultérieurement détruites ou décomposées. En effet, on trouve la diorite et l'amphibolite pénétrées de divers minéraux métallifères, sulfurés, arsénio-sulfurés, tellurés; des tellurures avec des lamelles d'or natif encore adhérentes, de l'or natif interposé entre les lamelles cristallines des oxydules et oxydes de fer, enfin des diorites et amphibolites contenant de l'or métallique visible à l'œil nu et des minerais métallifères au contact de ces diorites avec des paillettes d'or natif. L'or métallique a été en partie mis en liberté avec le fer titané, la ma-

gnétite, l'oligiste, etc., de la roche éruptive pyroxéno-amphibolique.

» *Conclusions.* — Des faits observés, je tire les conclusions suivantes :

» I. Les diorites, amphibolites de la sierra de Peñaflor ont eu une longue période d'éruption qui a commencé avant le miocène moyen, s'est continuée durant le miocène supérieur et le pliocène et s'est terminée avec celui-ci; l'éruption de ces roches a donné à la petite Sierra son relief, bien qu'elle ait participé des soulèvements plus anciens; le miocène supérieur a été porté à environ 300^{m} au-dessus du Guadalquivir.

» II. Des émanations hydro-minérales basiques ont coïncidé avec ces éruptions; elles ont rempli de minéraux métallifères (cuivre, nickel, fer), aurifères et de sels alcalins des crevasses préexistantes.

» III. Les terres ferro-alumineuses aurifères qui forment le sol des sommets et des flancs de la Sierra sont le résultat de la décomposition séculaire sur place et désagrégation superficielle des roches pyroxéno-amphiboliques et aussi des manifestations hydro-minérales.

» IV. L'or natif ou combiné, en proportions variables, est venu au jour amené par les roches pyroxéno-amphiboliques.

» L'or se trouve : 1° dans les amas métallifères de remplissage (nickel, cuivre, fer) au contact des diorites et des calcaires cristallins; 2° dans les roches primaires en contact avec les mêmes roches d'épanchement; 3° dans les calcaires et grès tertiaires en relation avec les diorites et amphibolites et les émanations hydro-minérales; 4° dans les terres rouges ferro-alumineuses; 5° dans les alluvions de la plaine formées par les débris de roches et minéraux entraînés de la Sierra; 6° enfin, dans les diorites et amphibolites qui l'ont amené à l'extérieur. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contributions à l'étude de la flore oolithique de l'ouest de la France.* Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Chatin.

« Depuis la publication du beau travail de M. de Saporta, sur les végétaux jurassiques de la France [1], les calcaires et les grès oolithiques des environs de Mamers et d'Alençon nous ont offert une remarquable série d'empreintes de Conifères et de Cycadées. Grâce à ces documents, il nous a

(1) Voir G. DE SAPORTA, *Paléontologie française. Plantes jurassiques;* t. II, *Cycadées.* Paris, 1875.

été possible de compléter les diagnoses de quelques formes déjà décrites et d'enrichir, de plusieurs espèces nouvelles, la flore jurassique de l'ouest de la France.

» Parmi les flores oolithiques françaises, celle de Mamers (Sarthe) est de beaucoup la plus riche en Cycadées, non par la fréquence des spécimens, mais par la diversité et l'originalité des formes. Le seul genre *Otozamites* y est représenté par huit espèces, parmi lesquelles figure l'*Otozamites Mamertinus* Crié. Un de nos échantillons, qui est long de $0^m,12$, possède un rachis assez épais avec des folioles très rapprochées et insensiblement décroissantes vers la base de l'organe. Ces folioles, dont les plus grandes mesurent environ $0^m,01$ de long, sont très nettement auriculées, ovales-oblongues ou ovales-lancéolées, un peu recourbées en faux, dans leur partie supérieure, et se terminant par un sommet obtus ou peu aigu, jamais arrondi. Un autre échantillon laisse voir les dernières folioles du rachis avec un pétiole très développé et long de $0^m,05$ à $0^m,06$. Ces caractères rappellent ceux que nous présentent plusieurs *Otozamites* du type *brevifolius* Fr. Br. Mais l'*Otozamites Mamertinus* est tout à fait distinct des formes qui ont été jusqu'à ce jour signalées dans l'infra-lias, le lias et l'oolithe.

» Nous possédons aussi de très belles frondes appartenant aux *Otozamites Reglei* Sap. et *marginatus* Sap. Nos échantillons sont pourvus, à la partie inférieure de certaines folioles, d'un ourlet ou repli marginal que Schenk avait considéré à tort comme représentant une partie fructifère de même nature que celle des *Pteris* et des *Cheilanthes;* ce repli marginal est bien visible chez les *Otozamites Bunburganus* et *Trevisani Zigno*, de l'oolithe des Alpes vénitiennes, qui paraissent se rapprocher des *Otozamites microphyllus* et *marginatus* de Mamers.

» Les *Zamites* Brgn., que l'on distingue très nettement des *Otozamites* par la nervation de leurs pinnules, nous ont présenté plusieurs fragments de frondes petites et élégantes, qui n'avaient pas encore été observées dans l'oolithe de l'ouest de la France. Nous donnerons à cette nouvelle espèce, que nous figurerons prochainement, le nom de *Zamites Mamertinus.*

» Les *Cycadites* Sternb. sont représentés, à Mamers, par le *Cycadites Delessei* Sap., qui a précédé le *Cycadites Sarthacensis* Crié [1], remarquable

---

[1] Voir L. Crié, *Contributions à la flore crétacée de l'ouest de la France* (*Comptes rendus*, septembre 1884)

espèce des couches crétacées du Mans dont nous devons la découverte à M. Ed. Guéranger. Les deux Cycadites de la Sarthe appartiennent au type du *Cycas revoluta*, plante actuellement japonaise (¹).

» Il existe encore, dans l'oolithe de Mamers, un fossile offrant cette particularité d'être tout à fait intact à son extrémité supérieure qui est nettement terminée et comparable, par l'agencement des écailles dont il est entouré, à un véritable cône. Au premier abord, on serait tenté de confondre cette empreinte avec un strobile de conifère; mais la forme des écailles et l'organisation tout entière de l'organe dénotent une tige bulbifère, ou plutôt une bulbille de Cycadée. Nous nommerons *Guilliera Sarthacensis* (²) ces bulbilles fossiles qui servaient à la ramification ou à la reproduction des Cycadées, lorsqu'ils se détachaient naturellement ou par accident de la tige. Ces petits bourgeons de forme ovoïde, à écailles charnues, imbriquées, ont peut-être appartenu aux *Otozamites Mamertinus* et *Reglei*, dont ils accompagnent les frondes dans les couches de Mamers.

» Nous mentionnerons enfin une série très instructive de tronçons de tiges et de fragments épars de branches, de rameaux et de ramules provenant de la même localité. Ces empreintes, sur la plupart desquelles on remarque des écussons foliaires disposés en hexagones plus ou moins réguliers, appartiennent au *Brachyphyllum Desnoyersii* Sap. (*Mamillaria Desnoyersii* Brgn). Cette plante s'éloigne beaucoup des autres Conifères et s'écarte même des autres *Brachyphyllum* par l'apparence trapue, rigide et presque nue des branches principales et secondaires.

» Beaucoup de ces fossiles sont fortement comprimés et enduits à l'intérieur d'un résidu charbonneux pulvérulent. Parmi ces débris nous possédons un spécimen représentant la terminaison d'un jeune rameau subdivisé lui-même en ramules de dernier ordre. Par la disposition et par la forme des feuilles, cet échantillon ressemble beaucoup à certains rameaux du *Brachyphyllum mamillare* Brgn, de l'oolithe anglaise de Scarborough (³).

» Le Tableau suivant indique le nombre des familles, des genres et des

---

(¹) Le *Cycas Sarthacensis* Crié, du cénomanien de la Sarthe, paraît se rapprocher du *Cycas Diksoni* Heer, espèce de la craie moyenne du Groënland.

(²) Du nom du savant géologue manceau, Albert Guillier, dont la Science déplore la perte récente.

(³) A la flore de Scarborough appartient encore l'*Otozamites graphicus* Schimp., dont on trouve les empreintes dans les courbes bathoniennes de Mamers (Sarthe) et de Valognes (Manche).

espèces qui constituent actuellement la flore oolithique de l'ouest de la France :

		Genres.	Espèces.
Cryptogames........	Fougères	*Lomatopteris*..........	1
Gymnospermes......	Conifères	*Brachyphyllum*.........	1
	Cycadées	Cycadites...............	1
		Zamites.................	1
		Otozamites..............	9
		Sphénozamites..........	1
		Cylindropodium	1
		Guilliera	1
		Total.........	16

ZOOLOGIE. — *Structure et accroissement des fanons des Baleinoptères.* Note de M. Y. **Delage**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« D'après les travaux anciens de Hunther, Rosenthal, Ravin, Hehn, Reinhardt et Eschricht, et d'après les recherches plus récentes de Turner et de Tycho Tullberg, la disposition macroscopique des fanons est bien connue, mais leur structure histologique et leur mode de formation le sont beaucoup moins. J'ai pu combler quelques-unes de ces lacunes en étudiant les fanons du *Baleinoptera musculus* de Langrune.

» Le long du bord interne de chaque plateau de fanons se trouvent de nombreux poils très fins et bien distincts les uns des autres. Il y en a de quatre à six pour chaque rangée transversale. Chacun est formé d'un tube longuement conique de substance cornée, *ouvert à l'extrémité*, et renferme un long bulbe filiforme directement implanté sur la muqueuse. Le bulbe contient une artériole, une veinule et des capillaires. Il s'avance jusqu'au delà du milieu. Le reste de la cavité est occupé par une substance détritique entremêlée de bulles d'air : ce sont les *fanons piliformes simples*. Qu'ils soient lamelliformes ou piliformes, les *fanons composés* ne sont autre chose que des faisceaux, aplatis ou circulaires, de poils simples ayant chacun son tube corné et son bulbe. Les poils simples groupés pour former un même fanon composé sont réunis par des couches superficielles communes de substance cornée (*enamel* des Anglais), et leurs canaux centraux se fusionnent à la base en une cavité unique, cylindrique ou fissiforme qui reçoit un prolongement de la muqueuse. C'est sur le bord libre de ces prolongements que s'élèvent les bulbes élémentaires.

» Les espaces compris entre les bases des fanons sont comblés, sur une

épaisseur de $0^m,10$ à $0^m,12$, par une matière blanche ou gris clair, souple et cassante à la manière du liège, que j'appellerai *substance subéroïde* (*gum* de Scoresby et des baleiniers, substance intermédiaire).

» La muqueuse et ses prolongements, ainsi que les bulbes qui en partent, sont partout recouverts par deux ou trois assises de cellules petites, rondes, protoplasmiques. C'est la *couche formatrice*. A l'intérieur de chaque tube corné, ces cellules, en se multipliant par division, donnent naissance à la *substance médullaire* qui tapisse d'une couche épaisse la paroi interne. Ces cellules médullaires, longues de 20 à 25^{μ}, se continuent insensiblement en dedans avec les cellules formatrices dont elles proviennent, et en dehors avec la substance cornée qu'elles produisent.

» Entre les fanons, les cellules de la couche formatrice sont aussi en voie de division continuelle et donnent ainsi naissance à la substance subéroïde. Celle-ci est formée de cellules polygonales de 20 à 25^{μ} de long sur 15 à 16^{μ} de large, très plates, avec un noyau de 4^{μ}. Au sein de la masse, elles sont empilées horizontalement. Au voisinage des fanons, elles se détournent parallèlement à leur surface et se transforment peu à peu en celles de la substance cornée. La substance subéroïde est traversée par une multitude de canaux verticaux qui partent de la muqueuse *et s'ouvrent à la surface*. Leur diamètre est de 8^{μ}; on en trouve vingt-cinq à trente par millimètre carré; ils sont limités par des cellules arquées et non comprimées. Leur base, très élargie ($0^{mm},10$ à $0^{mm},15$) reçoit un bulbe vasculaire fourni par la muqueuse. Ce bulbe est semblable à celui des fanons; mais il ne s'étend qu'à 1 ou 2^{mm}. Au delà, la cavité du tube ne contient plus qu'une faible quantité de substance détritique.

» *Morphologie*. — La couche formatrice représente cette assise profonde de la zone de Malpighi, désignée sous le nom de *couche pigmentaire*. Ses cellules se teignent en rouge pur dans le picrocarmin. Les substances médullaire et subéroïde représentent les assises superficielles de la couche de Malpighi. Leurs cellules deviennent orangées dans le picrocarmin ; le noyau seul se colore en rouge. La substance cornée représente la couche cornée de l'épiderme, mais tassée et agglutinée. Ses cellules, réduites à de simples écailles, où le noyau finit par disparaître, se colorent en jaune pur dans le même réactif. L'affinité pour l'acide picrique dans le picrocarmin mesure exactement le degré de transformation des cellules en substance cornée.

» *Accroissement des fanons*. — La couche formatrice, en produisant par division de nouvelles assises, repousse par un mouvement général l'ensemble de la substance subéroïde et des fanons qui y sont implantés. La

substance subéroïde augmenterait indéfiniment d'épaisseur, mais une active exfoliation superficielle règle sa puissance. Cette exfoliation déchausse les fanons à leur base, et c'est ainsi que se fait leur *accroissement en longueur.* Il n'y a pas, comme pour le cheveu, glissement sur les parties épidermiques voisines. Ce déchaussement finirait par amener la chute du fanon; mais celui-ci s'accroît sans cesse à la base par la transformation des substances médullaire et subéroïde à leur angle de réunion. *L'accroissement en épaisseur* est interne et externe. Le premier se fait à l'intérieur des canaux aux dépens de la substance médullaire; le second est produit par la substance subéroïde qui, d'abord, forme des couches concentriques à la paroi de chaque canal jusqu'à ce que les poils élémentaires qui doivent faire partie d'un même fanon composé soient devenus tangents, puis forme des couches communes qui les réunissent et les soudent entre eux. Au delà du point où s'arrêtent les bulbes dans les canaux centraux, l'accroissement interne fait place à un phénomène inverse d'exfoliation intérieure qui amincit la paroi. A l'extérieur, l'usure commence à se produire dès le point où le fanon se dégage de la substance subéroïde. Les couches cornées communes diminuent donc d'épaisseur à partir de la base. A une certaine hauteur, elles se trouvent entièrement usées et les poils constituants sont mis en liberté. Ces poils terminaux eux-mêmes continuent à s'user, d'où leur forme conique. Leur sommet se détruit sans cesse, d'où l'ouverture du canal central à l'extérieur. Enfin, cette destruction terminale les raccourcirait de plus en plus, mais celle des couches communes à leur base les isole, au fur et à mesure, sur une plus grande longueur. Ces trois sortes d'accroissement se combinent à ces deux modes d'usure pour régler la forme et les dimensions des fanons, résultantes nécessaires de ces divers processus antagonistes.

» *Accroissement du plateau en largeur.* — Le long du bord interne du plateau, la couche formatrice revêt la paroi verticale de la masse subéroïde. Là elle prolifère activement, et ses cellules, en se multipliant, forment des crêtes verticales qui s'avancent dans la muqueuse ambiante, contournent les vaisseaux et se referment en dedans d'eux. De cette manière se trouvent englobés, un à un, dans la substance subéroïde, des vaisseaux entourés d'une petite portion de muqueuse et d'une couche périphérique de cellules formatrices. C'est ainsi que se forment les nouveaux bulbes vasculaires de la substance subéroïde. C'est probablement aussi de la même manière que se forment les bulbes des nouveaux fanons piliformes simples. Ceux-ci augmentent sans cesse de nombre en dedans; tandis que les plus

anciens, repoussés en dehors, se groupent pour former les fanons composés et que ces derniers se soudent entre eux pour augmenter la largeur des fanons lamelliformes déjà formés ([1]). »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la structure et le mouvement des stylets dans l'aiguillon de l'Abeille.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Paul Bert.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus* du 28 juillet 1884), j'ai montré que l'appareil d'inoculation des Mellifères est non seulement un trocart qui perce, mais encore une seringue aspirante et foulante, qui se charge et se décharge à chaque coup de piston. Je ne crois pas que le mécanisme de la seringue se trouve ailleurs que dans le règne animal et qu'un instrument aussi parfait que celui que j'ai décrit ait été jamais réalisé dans l'industrie.

» Depuis la publication de cette Note, j'ai fait des recherches pour me rendre compte de la structure de la tige du piston et de son mode de glissement dans le corps de pompe ou gorgeret.

» Quand on examine le fonctionnement de cet appareil sur l'Abeille vivante, on est frappé de voir que des stylets si ténus soient toujours intacts; qu'ils conservent toujours un parallélisme parfait, sans que jamais l'un empêche le glissement de l'autre, sans que jamais les dix dents saillantes qui arment extérieurement leur extrémité empêchent leur mouvement de va-et-vient dans le gorgeret.

» En pratiquant des coupes transversales de l'aiguillon, sur divers points de sa longueur, après avoir fixé l'aiguillon, soit dans la paraffine, soit dans le liège fin gonflé par l'eau, j'ai obtenu des coupes très minces, d'où il m'est permis de tirer les conclusions suivantes :

» A. Le stylet est creusé d'un canal central qui occupe toute sa longueur. Il résulte de ce fait : 1° une augmentation de solidité, sans augmentation de poids, car on sait que, de deux tiges faites avec des quantités égales de la même matière, celle qui est creuse offre plus de résistance que celle qui est massive; 2° une augmentation de volume sans augmentation de poids, ce qui permet aux dents des stylets d'être assez écartées des bords du gorgeret pour ne pas le rencontrer (ces dents étant d'ailleurs utiles pour assurer l'inoculation du venin en retenant l'aiguillon

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Luc-sur-Mer.

dans la plaie et ne devenant qu'exceptionnellement nuisibles, quand l'Abeille pique l'homme ou un autre Mammifère, ce qui arrive rarement, car alors l'aiguillon reste souvent, mais non toujours, dans la blessure).

B. Le stylet porte, sur toute sa longueur, une gouttière extérieure ou gorge, et la section de celle-ci est plus étroite à son entrée qu'en son milieu.

C. Au milieu de la gorge, une baguette plus large à sa terminaison qu'à sa base, qui est adhérente au gorgeret, près de son bord, forme une sorte de rail de chemin de fer qui constitue, avec la gorge, un mouvement de coulisse tel que le *déraillement* du stylet est impossible. Un pareil système rappelle beaucoup la *coulisse à queue* que les ébénistes fabriquent pour les tables à rallonges.

D. Le gorgeret est également creux et sa section est un triangle dont la base forme avec les deux stylets un espace prismatique et triangulaire, où le venin est déversé et d'où il sort par la fente très étroite qui sépare les deux stylets. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la toxicité respective des matières organiques et salines de l'urine.* Note de MM. **R. Lépine** et **P. Aubert**, présentée par M. Charcot.

« MM. Feltz et Ritter, dans leur important travail sur l'urémie expérimentale, ont cherché à déterminer, en injectant l'urine en nature dans les veines de chiens, le pouvoir toxique de l'urine normale. Comme on sait, ils l'ont presque exclusivement rapporté aux matières salines, et particulièrement à la potasse. M. le professeur Bouchard, au contraire, a insisté sur la présence de principes toxiques dans la partie organique de l'urine normale ([1]). La présente Note a pour objet de fixer le degré de toxicité des matières organiques et salines à l'état normal et chez certains fébricitants.

» Dans un travail antérieur, lu au Congrès de Copenhague (août 1884), nous avions étudié la toxicité des matières organiques de l'urine en les retirant de ce liquide, à l'exclusion de la plus grande partie des sels, au moyen d'un extrait alcoolique, fait avec des précautions particulières; mais, pour éviter toute manipulation qui pourrait être suspectée de donner naissance à un produit toxique ([2]), et aussi afin de déterminer la toxicité

([1]) *Revue de Médecine*, 1882, et *Comptes rendus de la Société de Biologie*, déc. 1884.

([2]) Plusieurs chimistes, MM. Guareschi et Mosso, Coppola, etc., ont appelé avec raison

respective des matières organiques et des sels nous avons, depuis, employé la méthode suivante :

» Nous prenons deux chiens, à peu près de même taille (1) et de même race : à l'un nous injectons l'urine en nature dans la veine fémorale en notant les symptômes et la quantité injectée jusqu'au moment où survient la mort. Puis nous incinérons une quantité plus considérable de la même urine; nous dissolvons les cendres dans un volume d'eau égal au volume de l'urine incinérée, et nous injectons cette solution dans la veine fémorale de l'autre chien. Les effets observés sont bien différents, suivant qu'on opère avec de l'urine normale ou avec de l'urine fébrile.

» S'il faut, par kilogramme de chien, 60^{cc} d'urine *normale* pour amener la mort, un volume de solution de cendres peu supérieur (65^{cc} par exemple) produira le même résultat. Au contraire, s'il suffit de 25^{cc} d'urine *fébrile* (par kilogramme de chien) pour tuer l'animal, il faudra un volume de solution de cendres de beaucoup supérieur (40^{cc} par exemple). En d'autres termes, dans l'urine normale, la toxicité des cendres constitue au moins 85 pour 100 de la toxicité totale de l'urine (2) (ce qui donne, *par différence*, pour les matières organiques, une toxicité inférieure à 15 pour 100), tandis que dans certaines urines fébriles la toxicité des cendres n'atteint que 55 pour 100 de la toxicité totale (ce qui fait, *par différence*, pour les matières organiques, une toxicité de 45 pour 100).

» Quant aux symptômes, ceux que provoquent chez le chien les urines fébriles sont différents de ceux produits par l'urine normale; elles peuvent, notamment, causer parfois de grandes convulsions cloniques (3). La solu-

---

l'attention sur le fait que, dans un milieu acide, certaines substances organiques peuvent produire des principes toxiques. Après eux, nous avons, en effet, constaté que si un extrait d'urine est fait sans précautions convenables, il y apparaît des composés toxiques ayant l'action de la muscarine ou de la neurine. Pour être à l'abri de cette grave cause d'erreur, il ne suffit pas de saturer préalablement l'urine avec de la soude, car il résulte des recherches de l'un de nous (Aubert) qu'une urine parfaitement saturée redevient acide pendant l'évaporation au bain-marie.

(1) Deux chiens de poids *notablement* différent ne résistent pas de même à la même quantité de toxique, par kilogramme de leur poids. Les différences de races entraînent des différences de résistance qui rendent fautives les comparaisons.

(2) Nous confirmons ainsi, dans une certaine mesure, l'assertion un peu trop absolue de MM. Feltz et Ritter.

(3) MM. Feltz et Ritter signalent les convulsions après l'injection d'urine normale; mais ils ne paraissent pas avoir fait de distinction entre les grandes convulsions cloniques et la raideur tonique que nous avons en effet observée au moment de la mort, causée par l'in-

tion de cendres, quelle que soit la provenance de l'urine, tue toujours par arrêt du cœur. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Epilepsie d'origine auriculaire. Contribution à l'étude de l'otopiésis* (*compression auriculaire*). Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley.

« Il existe chez l'homme et les animaux *des crises épileptiformes* qui ont, *pour origine, une affection de l'oreille* ou, plus exactement, une excitation des nerfs acoustiques. Ces *épilepsies auriculaires* doivent être rapprochées de l'épilepsie de Brown-Sequard, par excitation d'un nerf sensitif cutané.

» Dans l'espèce humaine, l'*épilepsie auriculaire* peut se manifester :

» 1° Chez les *jeunes enfants,* pendant l'évolution de l'affection d'oreille qui détermine la surdi-mutité. A cet âge, les crises épileptiformes sont les analogues des convulsions méningitiformes ;

» 2° Dans *la seconde enfance,* pendant le cours de diverses affections d'oreille produisant une surdité légère ou grave ;

» 3° *Chez l'adulte,* où l'épilepsie auriculaire, toujours accompagnée d'une affection d'oreille, forme une variété de l'*épilepsie tardive.*

» Chez les animaux, l'*épilepsie auriculaire* s'observe assez souvent chez le chien, le chat et d'autres animaux domestiques.

» *Symptomatologie.* — L'épilepsie auriculaire est caractérisée :

» 1° Par des *convulsions épileptiformes,* présentant toutes les variétés de forme de l'épilepsie pure, avec ou sans chute, avec ou sans *aura.*

» 2° Par une *affection d'oreille* (catarrhe tubo-tympanique, catarrhe purulent de la caisse avec otorrhée, bouchon cérumineux, lésions du rocher, du labyrinthe, etc.), avec surdité monauriculaire ou bi-auriculaire plus ou moins marquée. C'est là le signe distinctif de l'épilepsie auriculaire d'avec l'épilepsie pure.

» 3° Chez le jeune enfant, la mutité peut s'ajouter à la surdité grave dont l'épilepsie auriculaire a été le symptôme.

» Les *signes précurseurs* des crises épileptiformes sont souvent des symptômes auriculaires : surdité plus marquée, bourdonnements, vertiges auriculaires, sensation de pression dans les oreilles, modification du

---

fusion d'urine normale. Tout récemment, M. Fleischer a dit que l'injection intra-veineuse d'urine normale ne produit pas de convulsions, mais il ne spécifie pas davantage (*Congrès de Wiesbaden ;* 1885).

caractère, etc. L'intelligence reste intacte. L'évolution de l'épilepsie auriculaire, dans les cas que nous avons observés, a été une marche progressive vers la guérison, mais avec des rechutes assez éloignées, correspondant aux rechutes de l'affection de l'oreille.

» Chez les animaux, l'épilepsie auriculaire est caractérisée par de violentes crises épileptiformes observées chez le chien, soit pendant la chasse (Nocard), soit au repos (Mégnin); chez le chat pendant le repos et pendant la course.

Mécanisme. — Les convulsions épileptiformes d'origine auriculaire ont pour cause une *excitation directe ou réflexe des nerfs auriculaires*, soit à leur terminaison dans l'oreille, soit le long de leur trajet intracranien, soit à leur origine bulbaire, soit, peut-être, dans leur trajet intra-cérébral, chez des sujets prédisposés et dans des conditions données.

» De la même manière que l'épilepsie de Brown-Séquard a pour cause l'excitation du trijumeau, l'excitation des nerfs sensoriels de l'oreille se transmet au mésocéphale, met en jeu les centres moteurs de cette région et provoque ainsi la crise convulsive épileptiforme.

» Il est intéressant de déterminer les modes les plus fréquents de l'excitation des nerfs auriculaires, chez l'homme et les animaux.

» Chez l'homme, le mode d'excitation le plus commun est le même que celui qui produit les crises convulsives méningitiformes. L'enfant ou l'adulte étant pris de catarrhe nasotubaire, les trompes d'Eustache s'oblitèrent par gonflement de la muqueuse, et *le vide aérien se produit dans la caisse tympanique* (par résorption de l'air y contenu). Alors, la pression atmosphérique sans contrepoids presse de 1^{kg} sur la membrane tympanique (qui a environ 1^{cq} de surface); et cette pression est transmise par les osselets au liquide labyrinthique et aux nerfs labyrinthiques, qui sont à la fois comprimés (surdité) et excités comme tous les nerfs comprimés.

» *Cette excitation, transmise au mésocéphale, produit, chez les sujets prédisposés, des crises convulsives, épileptiformes, méningitiformes ou vertigineuses.*

» Ce mécanisme de compression et d'excitation des nerfs auriculaires (mécanisme otopiésique) est important à connaître pour ses conséquences pratiques. Le point de départ de la compression étant le vide aérien de la caisse tympanique, *en faisant cesser le vide aérien* par des insufflations d'air à travers les trompes d'Eustache, *on fait cesser la compression labyrinthique et l'excitation épileptogène des nerfs acoustiques.*

» Un autre mode de compression excitatrice des nerfs auriculaires est le suivant : un corps étranger du conduit auditif externe, un bouchon céru-

mineux, peut presser sur le tympan, et cette pression est transmise par les osselets au liquide labyrinthique et aux nerfs acoustiques.

» Chez les animaux, chez les chiens en particulier, les crises épileptiques ont généralemeut pour cause, comme l'ont démontré Mégnin et Nocard, un bouchon cérumineux renfermant des Acares particuliers (*Chorioptes Ecaudatus*). La présence des acares rend la maladie contagieuse dans les chenils. *La suppression des bouchons cérumineux et des Acares par* le naphtol (Nocard) *fait cesser immédiatement chez ces animaux les crises d'épilepsie auriculaire.*

» Les travaux de Nocard sur l'épilepsie auriculaire du chien, sur l'apparition des crises dans la course, sur leur guérison par la disparition des Acares et du cérumen, confirment la partie expérimentale de nos propres recherches, et montrent que l'on peut reproduire, chez les animaux, l'épilepsie auriculaire en se mettant dans certaines conditions révélées par l'observation.

» Quand l'excitation des nerfs auriculaires a pour cause un néoplasme intracranien, un processus méningitique, une nécrose du rocher, une suppuration, une ossification du labyrinthe (Politzer), une fracture du crâne, une hémorrhagie labyrinthique, etc., le mécanisme épileptogène est peu modifiable.

» En résumé, l'*oreille* peut être, dans certaines circonstances, une *région épileptogène* et l'excitation des nerfs auriculaires peut produire des crises épileptiformes chez l'enfant en bas âge, dans la deuxième enfance et dans l'âge adulte. Ces épilepsies d'origine auriculaire existent aussi chez les animaux, chien, chat, etc.

» *Ces épilepsies auriculaires* se distinguent non par la physionomie des crises convulsives, qui sont analogues aux nombreuses variétés de l'épilepsie pure, mais *par la coexistence d'une maladie d'oreille avec surdité légère ou grave ou une surdi-mutité.*

» Chez l'adulte, l'épilepsie auriculaire forme une variété de l'*épilepsie tardive.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouveaux procédés métalloscopiques dans les cas d'aptitudes métalliques dissimulées, notamment chez les sujets léthargiques, cataleptiques ou somnambules.* Note de M. **Moricourt**, présentée par M. Bouley.

« Depuis que la Société de Biologie, après avoir nommé une Commission composée de MM. Charcot, Luys et Dumontpallier, rapporteur, a reconnu l'exactitude des faits annoncés par le Dr Burq, la métallothérapie a pris place définitivement dans la thérapeutique des maladies nerveuses en général et dans celle de l'hystérie en particulier.

» Le problème consiste le plus souvent à trouver un métal qui, appliqué sur la peau, fasse revenir la sensibilité. Ce métal varie pour chaque malade; mais il peut arriver que, chez certains sujets, l'application externe des métaux reste sans effet (aptitudes métalliques dissimulées de Burq). Il faut alors injecter sous la peau une petite quantité de sel métallique. MM. les Drs Burq et Moricourt ont déjà eu l'honneur, en 1883, de présenter à l'Académie des Sciences l'observation d'une *aboyeuse* guérie par l'aluminium *intus* et *extra*, chez laquelle la sensibilité métallique avait été déterminée par l'injection hypodermique de quelques gouttes d'une solution d'alun à $\frac{1}{200}$.

» Dans le cas particulier de sujets léthargiques, cataleptiques ou somnambules, de même que chez les sujets hypnotisables ou magnétisables, le problème se simplifie; Burq ayant montré qu'alors, neuf fois sur dix, le métal approprié est le cuivre ou l'or. Il suffit donc d'injecter sous la peau, dans deux points différents, quelques milligrammes de sulfate de cuivre ou de chlorure d'or.

» C'est ce que j'ai fait avec succès à l'hôpital Cochin sur trois malades du service de M. Dujardin-Beaumetz. Sur deux d'entre elles totalement anesthésiques, atteintes d'accès de léthargie et de catalepsie, l'injection de sulfate de cuivre resta sans effet, tandis qu'avec l'injection de chlorure d'or la sensibilité revint, chez l'une (salle Briquet, n° 14) en moins de dix minutes, et chez l'autre (salle Briquet, n° 19) après quarante-huit heures, au voisinage de la piqûre. Chez la troisième, au contraire (salle Blache, n° 11), totalement anesthésique à gauche, sujette à des crises d'hystérie et facilement hypnotisable, l'injection de chlorure d'or fut sans effet; tandis que l'injection de $0^{gr},005$ de sulfate de cuivre détermina, au bout de vingt

minutes, le retour de la sensibilité et une douleur des plus vives dans l'avant-bras pendant plusieurs jours.

» Chez cette malade, avant de recourir aux injections sous-cutanées, j'avais eu recours au procédé métalloscopique suivant : L'ayant mise en état de somnambulisme, je lui avais appliqué successivement les différents métaux sur l'avant-bras gauche. Sous l'influence du cuivre, elle avait accusé un fourmillement spécial plus marqué dans le petit doigt. Ce fourmillement, infiniment plus faible avec l'or, tenait vraisemblablement à la petite quantité de cuivre de l'alliage ou à une action beaucoup moindre de l'or. Les autres métaux n'avaient donné lieu à aucune sensation. De plus, le cuivre appliqué sur le front l'avait réveillée en sept à huit minutes. J'avais conclu à une sensibilité cuivre, ce qui fut confirmé par l'injection hypodermique.

» Les somnambules sont généralement d'une grande sensibilité à l'action des métaux. Les uns leur causent des sensations désagréables de froid ou, au contraire, de brûlure. Le cuivre paraît être celui qui leur est le plus antipathique et qui les réveille le plus vite. L'or les réveille aussi souvent; mais il leur est plutôt agréable et elles se plaisent à le tenir dans la main.

» Je ferai remarquer que ces trois malades se sont montrées insensibles à l'aimant et au soi-disant hypnoscope de M. Ochorowicz, dont j'avais déjà eu l'occasion d'observer l'inertie complète sur une autre malade, facilement hypnotisable et d'une grande sensibilité au cuivre et à l'or.

» Je demande la permission, en terminant, de dire un mot des doses auxquelles les métaux doivent être administrés à l'intérieur ou en injections hypodermiques.

» D'après Burq, la dose d'un métal qui peut être tolérée à l'intérieur est d'autant moindre que son action externe a été plus intense. Cette loi s'est vérifiée sur la troisième malade dont je viens de parler (salle Blache, n° 11), chez laquelle une pilule de bioxyde de $0^{gr},01$ produisit des vomissements et de la diarrhée qui empêchèrent de continuer la médication cuprique à cette dose.

» Bien que la tolérance s'établisse quelquefois assez vite, il vaut mieux, en pareil cas, après quelques jours de repos, recommencer à dose moindre en adjoignant, au besoin, au métal, un correctif propre à le faire tolérer.

» Le sulfate de cuivre m'a paru souvent mieux toléré que le bioxyde.

» Quant aux injections sous-cutanées, notamment avec le sulfate de cuivre et le chlorure d'or, je pense qu'on ne doit pas dépasser 5 à 10 gouttes d'une solution à $\frac{1}{500}$ ou à $\frac{1}{1000}$ avec le citrate de fer et le nitrate d'argent.

» *Conclusions.* — 1° Un certain nombre de névropathes présentent une anesthésie absolue, que l'application externe des métaux ne fait pas disparaître (aptitudes métalliques dissimulées de Burq).

» Dans ce cas, on détermine l'idiosyncrasie métallique, et l'on fait revenir la sensibilité à l'aide des injections sous-cutanées de sels métalliques.

» 2° Les sujets atteints de léthargie, de catalepsie ou de somnambulisme spontanés, de même que les sujets hypnotisables, sont presque toujours (neuf fois sur dix) sensibles au cuivre ou à l'or, quelquefois aux deux.

» 3° Le cuivre et l'or sont (neuf fois sur dix) les véritables révélateurs de la sensibilité hypnotique, à l'exclusion de l'aimant et du prétendu hypnoscope de M. Ochorowicz.

» 4° Lorsque les sujets peuvent être mis en état de somnambulisme, un procédé rapide de métalloscopie consiste à leur appliquer successivement, pendant quelques minutes, les différents métaux sur l'avant-bras. Le métal qui leur fait éprouver la sensation la plus forte, et c'est presque toujours le cuivre ou l'or, est celui qui doit leur être administré *intus* et *extra*.

» 5° La dose du métal administré intérieurement doit être d'autant plus faible que celui-ci a agi plus énergiquement en applications externes ou en injections hypodermiques. En cas d'intolérance gastrique, il faut diminuer la dose du métal et lui adjoindre un peu d'extrait thébaïque, par exemple, pour le faire tolérer.

» 6° Les injections sous-cutanées de sels métalliques doivent être faites avec des solutions à $\frac{1}{500}$ et même à $\frac{1}{1000}$ pour les sels de fer (citrate) et le nitrate d'argent. »

PATHOLOGIE. — *Etudes cliniques sur la lèpre en Norwège.* Note de M. **Leloir** [1], présentée par M. Paul Bert.

« La lèpre n'existe en Norwège *qu'à la campagne.* La lèpre ne dépasse pas ou guère la chaîne des Alpes scandinaves. Elle siège surtout le long des côtes et au voisinage des fjords.

» Il n'existe en Norwège de léproseries qu'à Bergen, Molde, Trondjem. L'entrée dans les léproseries n'est pas obligatoire, et il existe un assez grand nombre de malades en dehors des hôpitaux. En 1884, sur un total d'environ mille cinq cents lépreux, environ neuf cents étaient libres.

» Dans les léproseries elles-mêmes, l'isolement absolu des lépreux n'existe pas, les lépreux des léproseries sortent et se promènent en ville. Il existe

---

(1) Extrait d'un Rapport déposé en octobre 1884 au Ministère de l'Instruction publique.

parfois des lépreux dans les hôpitaux ordinaires, et réciproquement dans les léproseries des sujets atteints d'affections non lépreuses. *Cependant il est certain que la lèpre diminue en Norwège depuis l'installation des léproseries.* Ainsi, d'après la statistique inédite du Dr Kaurin, il existait en Norwège, en 1856, 2867 lépreux; en 1881, il n'y en a plus que 1500 à 1600.

» La description clinique de la lèpre comprend la description des trois formes : *tuberculeuse*, *anesthésique et mixte*. Mais ces formes ne constituent que des aspects variables d'une même maladie.

» A. *Lèpre tuberculeuse.* — L'apparition de l'éruption est toujours précédée de *prodromes* (malaise général, fièvre, etc.). En même temps il se produit une poussée de tubercules du côté de la peau et parfois des muqueuses. L'éruption des tubercules peut être continue ou successive. Parfois même les poussées tuberculeuses ont pu disparaître assez longtemps (ce qui pourrait faire croire à la guérison de la lèpre quand il n'en est rien). Dans quelques tubercules au début, je n'ai pas trouvé de bacilles.

» A la période d'état les tubercules cutanés peuvent, au point de vue objectif et anatomique, se classer en tubercules : 1° *non excedens,* plus ou moins volumineux, confluents et saillants; 2° ulcéreux ; 3° ramollis en masse ; 4° fibreux [1].

» Il se produit en même temps des poussées de tubercules du côté des muqueuses. A la langue, ces tubercules donnent à cet organe un aspect particulier. Au larynx, les tubercules peuvent se présenter sous forme d'infiltration diffuse, d'ex-ulcérations végétantes ou d'ulcérations. Les ganglions où aboutissent les vaisseaux lymphatiques partant des régions où se trouvent les tubercules lépreux, il se produit assez souvent un épaississement de la peau voisine des tubercules, dû à des *lymphangites subaiguës,* et produisant une sorte d'*œdème dur* pouvant s'ulcérer.

» La lèpre tuberculeuse envahit non seulement la peau, les muqueuses, l'œil, les nerfs, etc., mais aussi le *testicule où les bacilles se trouvent parfois libres dans les conduits séminifères*. Parmi les viscères, elle ne semble atteindre d'une façon spécifique que le foie et la rate. Dans ces viscères, l'infiltrat lépreux est à l'état diffus. La lèpre tuberculeuse, lorsqu'elle éclate chez un enfant, semble parfois arrêter le développement du sujet.

» Cette lèpre tuberculeuse dure plus ou moins longtemps, mais entraîne *toujours la mort* du sujet. Si elle paraît guérir parfois, le fait est très excep-

---

(1) L'*anesthésie* n'est pas constante au niveau des tubercules lépreux. Cependant elle est le cas le plus fréquent. L'amputation d'un membre atteint de lèpre tuberculeuse semble avoir dans un cas *arrêté* l'infection générale.

tionnel, et rien de plus triste à voir qu'un lépreux dit guéri. Il est devenu lépreux anesthésique à la deuxième ou troisième période.

» B. *Lèpre anesthésique.* — Nous devons distinguer les périodes suivantes: 1° période d'éruptions; 2° période d'anesthésie, de paralysie et d'atrophie; 3° période d'ulcérations, de maux perforants et de mutilations.

» La forme anesthésique, contrairement à la forme tuberculeuse, suit toujours une marche lente. La période prodromique est variable et généralement légère :

» 1° Puis apparaît l'éruption de macules érythémateuses, dont la couleur varie du rouge au brun. Ces macules sont souvent anesthésiques; mais j'ai parfaitement constaté que, au début, elles peuvent être hyperesthésiques ou normalement sensibles. Le centre de la plaque blanchit, il se produit à ce niveau une anesthésie complète; souvent il y a atrophie cutanée, chute des poils, diminution de la sueur à leur niveau. Enfin on voit succéder à ces macules des plaques d'anesthésie accentuées surtout au niveau des membres. Je n'ai constaté qu'une seule fois en Norwège des *macules pigmentaires d'emblée*, forme qui paraît assez fréquente chez les lépreux des pays chauds. Souvent, la *symétrie* des macules est des plus remarquables.

» Dans des cas très exceptionnels, on a constaté des macules au niveau des muqueuses. Il se produit ainsi une série de poussées de macules.

» Vers la même époque, il y a souvent une *hyperesthésie* cutanée considérable, et c'est souvent alors que l'on voit débuter ces *névralgies* atroces pouvant parfois se prolonger pendant de longues années et durant encore pendant la deuxième et la troisième période.

» 2° Quand les macules ont plus ou moins complètement disparu, on voit survenir alors l'anesthésie, disposée en larges plaques sur le corps, mais surtout au niveau des *extrémités*. C'est à cette période qu'apparaît le *pemphigus* lépreux qui se montre surtout aux membres, avec les ulcérations qui en sont la conséquence. Lorsque ces ulcérations se cicatrisent, elles laissent à leur suite des cicatrices d'une blancheur éclatante. Les douleurs névralgiques persistent, deviennent souvent intolérables et ont parfois nécessité l'extension des nerfs et même l'amputation du membre. Ces douleurs indiquent la *névrite périphérique*.

» Apparaît alors une *paralysie faciale* en général double, qui porte surtout sur les *orbiculaires des paupières* et finit ainsi à la longue par produire la cutisation, et quelquefois la nécrose de la cornée; elle est accompagnée d'anesthésie des téguments, des muscles et des muqueuses de la face, de diminution du goût, de l'odorat. La cloison du nez finit souvent par se nécroser et les dents par tomber. Lentement on voit les *mains et les pieds*

se déformer en griffes, puis les muscles des membres s'atrophient à leur tour, les pectoraux, les muscles de la face, etc. Les douleurs ont en général complètement disparu à cette époque.

» 3° Plus tard, l'anesthésie est encore plus absolue et plus étendue. On voit survenir des *ulcérations* atoniques à bords calleux présentant tous les caractères des *maux perforants*. Leurs progrès amènent d'affreuses *mutilations*. Les os dénudés se nécrosent, il se produit une suppuration longue, la teinte cire de la peau, l'odeur de cadavre chaud, l'*état cachectique*. Alors surviennent des dégénérescences amyloïdes, des néphrites, etc., et c'est ainsi que meurent le plus souvent les malades, mais parfois après vingt ou trente ans. Les différents troubles trophiques prédécrits me semblent consécutifs à des lésions périphériques et non à des lésions centrales du système nerveux. Les viscères ne paraissent pas être pris spécialement sous la forme anesthésique; en tous cas on n'y a pas encore trouvé de bacilles.

» C. *Forme mixte.* — Elle peut être une transformation de lèpre tuberculeuse en lèpre anesthésique. Dans ce cas on voit les tubercules disparaître, se cicatriser. Mais le malade a de l'anesthésie des extrémités, et la maladie évolue comme une lèpre anesthésique à sa deuxième période. Plus rarement on voit la lèpre anesthésique se transformer en lèpre tuberculeuse. Enfin parfois on voit les deux formes coïncider ou même alterner.

» Résumé. — *Il n'y a qu'une lèpre, à l'évolution variable.*

» Après quelques prodromes on voit apparaître des poussées éruptives successives, pouvant être maculeuses ou tuberculeuses. Mais quelle qu'ait été l'éruption au début, *si le malade survit à la période éruptive*, ce qui est la règle pour la variété maculeuse et l'exception pour la variété tuberculeuse, on voit apparaître une série de lésions dépendant d'altérations du système nerveux (anesthésie, paralysie, atrophie musculaire, ulcérations trophiques, mutilations), et finissant par amener au bout d'un temps parfois très long la mort du sujet. La variété dite mixte ne constitue qu'une anomalie dans l'évolution chronologique et dans la forme de l'éruption.

» Quant à la *contagiosité* de la lèpre, la plupart des faits que j'ai pu observer doivent porter à croire que si la lèpre est contagieuse, elle l'est en tous cas à un degré très minime. Un médecin éminent a essayé à plusieurs reprises de s'inoculer la lèpre tuberculeuse, d'abord à lui-même, puis à vingt individus sains; il n'a pas réussi. La lèpre jusqu'ici n'a pu être communiquée aux animaux; mes tentatives dans ce sens ont été infructueuses également. *Je possède cependant quelques observations qui pourraient être invoquées en faveur de la nature contagieuse de la lèpre; mais ces faits sont très rares.* D'ailleurs je ferai remarquer, à titre de simple hypothèse, que la

présence d'un bacille dans les produits lépreux n'est peut-être pas une preuve absolue en faveur de la nature contagieuse de cette affection. La lèpre pourrait être analogue à certaines maladies, la malaria par exemple, qui, bien que produites par un micro-organisme, ne sont pas contagieuses.

» *Quoi qu'il en soit, la lèpre diminue en Norwège.* Il n'est pas prouvé que cela tienne à l'installation des léproseries, car les familles lépreuses disparaissent fatalement au bout de quelques générations, par suite de la mortalité, du célibat, de l'isolement, etc. *La lèpre se tue elle-même* ([1]).

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus.* Note de M. **Koubassoff**, présentée par M. Pasteur.

« Dans cette Note, qui fait suite à une Note précédente (voir *Comptes rendus*, 9 mars 1885), nous examinons quelques circonstances relatives au passage du parasite charbonneux de la mère au fœtus; quelques-unes ont une importance pratique pour l'opération de la vaccination préservatrice du charbon. On peut se poser les questions suivantes :

» I. Quelle est l'influence du temps qui s'écoule entre le moment de l'inoculation de la femelle pleine et sa mort sur le passage des microbes charbonneux de la mère au fœtus? Plus ce temps est long, plus on trouve des microbes dans le fœtus.

» Le 25 du mois de janvier 1885, à 4^h de l'après-midi, nous avons injecté à une femelle de cobaye pleine 2 divisions d'une culture de *Bacillus anthracis;* elle mourut dans la nuit du 29 au 30. Nous avons fait l'autopsie à 8^h30^m du matin le 30 janvier, et nous avons trouvé deux fœtus de $0^m,10$ de longueur. A l'examen des coupes des organes de ces fœtus, nous avons vu presque autant de microbes que dans les organes de la mère.

» II. Le passage des bacilles de la *vaccine* du charbon *se distingue-t-il* du passage des bacilles de sa *culture virulente?* Deux expériences nous ont prouvé qu'on constatait toujours dans les organes des fœtus moins de bacilles lorsque la mère a été inoculée avec le virus atténué, bien que dans ce cas il s'écoule un temps plus long entre l'inoculation de la femelle et la mort.

» Le 17 mars, à 8^h du matin, on a injecté à une femelle de cobaye pleine 3 divisions de virus-vaccin encore virulent pour ces animaux. La femelle mourut dans la nuit du 21 mars, c'est-à-dire après plus de trois jours. Nous avons trouvé trois fœtus dont deux étaient presque de $0^m,08$

([1]) Dans une prochaine Communication, j'étudierai plus longuement l'anatomie pathologique de la lèpre.

de longueur et bien développés, et le troisième n'avait que $0^m,05$ et était peu développé; on pouvait juger qu'il était mort avant la mort de la mère, et dans tous les cas avant l'inoculation de cette dernière. En examinant les organes des deux premiers fœtus, nous avons trouvé une assez grande quantité de bacilles, pour la plupart isolés, mais en plus petite quantité que dans les expériences faites avec la culture virulente du charbon. Quant au troisième fœtus, nous ne pouvons pas assurer y avoir trouvé des bacilles.

» III. *Influence de l'état pathologique des fœtus et du placenta sur le passage des microbes de la mère au fœtus.* — Nous rapprochons de l'expérience précédente une autre que nous avons faite avec le virus atténué. Dans cette expérience (expérience n° 5), la femelle mourut quatre jours après l'inoculation. Nous avons trouvé deux fœtus, dont l'un était déjà un peu macéré et fortement coloré par des hémorrhagies anciennes et récentes dans les membranes, le placenta et dans le point de la matrice correspondant. Dans le premier fœtus, qui avait $0^m,08$ de longueur et était bien développé, nous avons constaté une telle masse de bacilles, que les coupes de ses organes et de son placenta ne se distinguaient guère de celles de la mère; tandis que nous n'avons pas pu réussir à les constater dans le second fœtus, qui avait à peu près $0^m,04$.

» IV. Quelques expérimentateurs qui n'ont pas pu constater le passage des bacilles charbonneux de la mère au fœtus sont portés à expliquer les résultats positifs, comme un *effet post mortem.* Mais les circonstances que nous avons remarquées chez des fœtus pathologiques contredisent cette objection, qui est d'ailleurs renversée par les expériences suivantes :

» Le 3 mars, à 9^h du matin, on a injecté à une lapine pleine 3 divisions d'un vaccin *qui tue les jeunes animaux.* La nuit du 6 mars, la femelle mit bas neuf fœtus, qui n'ont pas même vécu jusqu'au lendemain. L'autopsie qui a eu lieu le 7 mars au matin nous a montré que deux de ces fœtus n'ont pas même sucé la mère; les estomacs des sept autres étaient plus ou moins remplis de lait tourné. En examinant les coupes de leurs organes, nous avons trouvé très peu de bâtonnets isolés du vaccin du charbon.

» Le 25 du mois de mars, à 4^h de l'après-midi, on a injecté à une lapine, qui était devenue pleine entre le 21 et le 27 février, 3 divisions de la même culture, c'est-à-dire du vaccin qui est virulent pour les jeunes animaux. Le 28 mars, au soir, la femelle donna deux fœtus et pendant la nuit encore quatre; tous furent mis au monde à terme et bien développés. Les premiers moururent le lendemain et les autres la nuit suivante. Dans les coupes de leurs organes on a constaté peu de bâtonnets de vaccin du charbon, qui pour la plupart étaient très changés de forme et de diffé-

rente grandeur. Dans quelques endroits on trouvait de petits amas de débris parmi lesquels on distinguait encore des bacilles entiers, quelquefois assez longs, et aussi des morceaux rompus.

» Le 4 avril, à 11h du matin, on a injecté à la lapine de l'expérience précédente, qui était devenue pleine entre le 12 et le 14 mars, 3 divisions de la culture virulente du charbon. Le 12 avril, au soir, la lapine donna dix fœtus, dont seulement sept restèrent, elle mangea les autres elle-même. Dans la durée de trois jours tous les petits moururent. En examinant leurs organes on a trouvé assez de bacilles, pour la plupart placés séparément, et beaucoup d'amas de détritus remplis de bâtonnets, les uns entiers, les autres rompus. Aussi l'on a constaté beaucoup de phagocytes.

» Le 7 avril, à 5h du soir, on a injecté à une lapine qui avait été *vaccinée* le 21 février, et était devenue pleine entre le 14 et le 17 mars, 3 divisions de la culture virulente. La nuit du 14 avril, elle donna huit petits, dont cinq moururent dans les deux jours qui suivirent, les autres restèrent vivants. Après avoir examiné les organes des fœtus morts, on a constaté tout ce qu'on a déjà vu dans l'expérience précédente. Il faut remarquer ici que, dans les quatre dernières expériences, on constatait dans les organes des fœtus morts généralement si peu de bacilles qu'involontairement on se demandait pourquoi ils étaient morts. A l'un des petits lapins de l'expérience précédente, qui resta vivant, on a injecté le 2 mai, à 10h du matin, 2 divisions de vaccine qui étaient encore virulentes pour les cobayes et pour les jeunes lapins. Le 6 mai, au soir, il mourut. L'inoculation subie par la mère ne lui avait pas donné l'immunité pour un virus très virulent.

» Enfin, le 21 mai, nous avons fait encore l'expérience suivante : on a injecté à trois fœtus de cobaye à terme, qu'on a retirés de la matrice, le vaccin du charbon, à deux d'entre eux sous la peau et au troisième dans la cavité du ventre. Ces fœtus sont morts aussitôt après leur extraction. On les a mis pendant vingt-quatre heures à une température de 30° et après on les a laissés à la température ordinaire de la chambre. On fit l'autopsie de l'un d'eux après quinze heures, du deuxième après deux, et du troisième après trois jours. Ni dans le sang du cœur, ni dans les organes on ne trouvait de bacilles; on les a rencontrés en masses énormes dans les endroits injectés et dans les parties voisines.

» Voici quelques conclusions de notre travail : 1° Les bacilles du charbon passent *toujours* de la mère au fœtus. 2° Plus longue est la durée du temps qui s'écoule entre l'inoculation de la femelle pleine et sa mort, plus sont nombreux les microbes dans les fœtus. 3° Il passe toujours plus de bacilles *virulents* du charbon que de bacilles du virus atténué. 4° L'état

pathologique des membranes, du placenta et du fœtus (sa mort aussi) empêche le passage des bacilles de la mère au fœtus. 5° L'inoculation des femelles pleines par un vaccin trop fort cause presque toujours la mort des fœtus. 6° L'inoculation de la culture virulente à une femelle pleine, qui était déjà vaccinée, tue presque toujours les fœtus; ceux qui parviennent à survivre meurent après l'inoculation de la culture virulente; en d'autres termes, les fœtus ne sont pas vaccinés suffisamment par la mère. »

M. **Tissandier** adresse un certain nombre de photographies exécutées en ballon à des altitudes variant de 600^{m} à 1100^{m}.

M. **Trouvé** adresse une description, avec dessins à l'appui, de deux appareils destinés aux armes de guerre pour le tir pendant la nuit : « un guidon électrique monté avec sa pile sur un canon de fusil » et « un projecteur électrique lumineux ».

M. **Desgoffe** adresse une Notice « Sur l'ensemble du système des *antispires* de MM. Desgoffe et de Georges ».

M. **O. Petit** adresse un Mémoire portant pour titre : « Essai sur la détermination de la puissance calorifique des bois et sur l'évaluation, en calories, du travail moléculaire de la décomposition du tissu ligneux ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 22 juin 1885.)

Page 1536, ligne 6 en remontant :

Au lieu de $AM = \dfrac{C'\dfrac{C}{P} - \dfrac{C'}{P'}}{C' - C}$, *lisez* $AM = \dfrac{C'\dfrac{C}{P} - C\dfrac{C'}{P'}}{C' - C}M.$